

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Karl Weber**

**Ist Blackmagic Designs erste  
digitale Filmkamera der ange-  
priesene „Gamechanger“?**

2013

---

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Ist Blackmagic Designs erste digitale Filmkamera der ange- priesene „Gamechanger“?**

Autor:  
**Herr Karl Weber**

Studiengang:  
**Medientechnik**

Seminargruppe:  
**MT09wF-B**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr.-Ing. Rainer Zschockelt**

Zweitprüfer:  
**M. Sc. Rika Fleck**

Einreichung:  
Mittweida, 22.07.2013

---

# **BACHELOR THESIS**

---

## **Is the first Cinema Camera from Blackmagic Design the touted „Gamechanger“?**

author:

**Mr. Karl Weber**

course of studies:

**media technology**

seminar group:

**MT09wF-B**

first examiner:

**Prof. Dr.-Ing. Rainer Zschockelt**

second examiner:

**M. Sc. Rika Fleck**

submission:

Mittweida, 22.07.2013

## Bibliografische Angaben:

Weber, Karl:

### **Ist Blackmagic Designs erste digitale Filmkamera der angepriesene „Gamechanger“?**

Is the first Cinema Camera from Blackmagic Design the touted “Gamechanger”

2013 - 105 Seiten

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,  
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2013

## **Abstract**

Die vorliegende Bachelor-Thesis beschäftigt sich mit der ersten digitalen Filmkamera der Firma Blackmagic Design. Sie ist insofern von besonderer Relevanz, da sie bei einem vergleichsweise geringem Preis von ca. 3000 € eine Dynamikleistung von 13 Blenden bietet, ein eigenwilliges Design besitzt und zudem RAW Daten generiert. Außerdem ist im Kamerapacket-Preis zusätzlich DaVinciResolve zur Farbkorrektur und UltraScope, eine Software zur Bildkontrolle enthalten. Damit bietet die australische Firma derzeit den einzigen, für semiprofessionelle Produktionen erschwinglichen, RAW-Workflow am Markt an. Blackmagic Design hat bei der Entwicklung der Kamera viele Wünsche der Independent-Filmcommunity aufgegriffen. Ob die Kamera eine Alternative zur bis dahin im Independent-Filmbereich oft verwendeten Canon EOS 5D Mark II darstellt, soll diese Thesis erarbeiten.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
<b>Formelverzeichnis.....</b>	<b>XI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>XII</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>XV</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Zielvorstellung und Rahmen.....	2
1.2 Einteilung der Bachelor-Thesis.....	3
<b>2 Vorstellung der Blackmagic Cinema Camera.....</b>	<b>5</b>
2.1 Body.....	5
2.2 Display.....	8
2.3 Die Bedienung der BMCC.....	9
2.3.1 Shutter.....	9
2.3.2 Die Grundempfindlichkeit des Sensors.....	10
2.3.3 Blende.....	10
2.3.4 Weißabgleich.....	11
2.3.5 Die Bildkontrolle via UltraScope.....	12
2.3.6 Aufnahme und Wiedergabe.....	14
2.4 Die Aufnahmeformate und ihre Eigenschaften.....	14
2.4.1 DNxHD.....	15
2.4.2 ProRes.....	17
2.4.3 RAW.....	18
2.5 Sensor.....	19
2.6 Audio .....	21
2.7 Speichermedien.....	22
2.8 Stromspeisung.....	23
2.9 Mögliche Objektivvarianten.....	24
<b>3 BMCC Kameratest.....</b>	<b>27</b>

---

3.1	Testaufbau.....	27
3.1.1	Setup der BMCC.....	29
3.1.2	Setup der 5DMII.....	30
3.2	Testablauf.....	30
3.2.1	Dynamikumfang.....	31
3.2.2	Auflösungsvermögen.....	35
3.2.3	Alias-Effekt, Moirè und Rolling Shutter.....	38
3.2.4	Farbwiedergabe.....	41
3.2.5	Low-Light und ISO Rauschen.....	46
3.2.6	Schärfentiefe.....	51
3.2.7	RAW Vergleich BMCC und ARRI Alexa Plus .....	54
<b>4</b>	<b>Praxiseinsatz.....</b>	<b>60</b>
4.1	Eine Auswahl an Zubehör.....	60
4.1.1	Professionelle Rigsysteme.....	61
4.1.2	Zusätzliches Monitoring.....	64
4.1.3	Zubehör für die Tonaufnahme.....	66
4.1.4	Zubehör für die Studioumgebung.....	67
4.2	Motivation und Hindernisse im Umgang mit der BMCC .....	67
<b>5</b>	<b>Zusammengefasste Ergebnisse.....</b>	<b>70</b>
5.1	Die Zukunft der Blackmagic Design Kameras.....	73
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>XVI</b>
	<b>Anlagen.....</b>	<b>XXVI</b>
	<b>Eigenständigkeitserklärung.....</b>	<b>XXIX</b>

## Abkürzungsverzeichnis

### *2,5K*

...Auflösungsangabe entspricht bei der BMCC 2432 x 1366 Pixel

### *4K*

...Auflösungsangabe entspricht im Format 16:9 bei 4096 x 2304 Pixel

### *ACS*

...American Society of Cinematographers; Vereinigung amerikanischer Kameramänner

### *AF*

... Autofokus

### *ASA*

...American Standards Association (Mitglied in der ISO), früher ANSI

### *BMCC*

...Blackmagic Cinema Camera

### *CMOS*

...complementary metal oxide semiconductor; Bezeichnung für Halbleiterbauweise

### *Crop-Faktor*

... wird auch als Formatfaktor bezeichnet und setzt unterschiedliche Bildfeldgrößen in einen Bezug zueinander

### *DIN*

...Deutsches Institut für Normung

### *DNG*

...Digital Negative; Rohdatenformat

### *DNxHD*

...Digital Nonlinear Extensible High Definition; Video-Kompressionsformat der Firma AVID

### *DSLR*

...digital single lens reflex

### *EBU*

... European Broadcast Union; Zusammenschluss verschiedener Rundfunkanstalten

### *EF*

...Electronic Focus; für Kleinbildformat der Canon EOS-Reihe

### *EF-S*

... electro focus short back, für APS-C Format der Canon EOS Reihe

**EOS**

...electronical optical system; Spiegelreflexkameras der Firma Canon

**EVF**

...electronic view finder; elektronischer Sucher mit Live-View

**H.264**

...auch als MPEG-4 AVC bezeichnetes hocheffizientes Videokompressionsformat

**HD (FullHD)**

...High Definition; Auflösungsangabe entspricht im Format 16:9 1920 x 108 Pixel

**HD-SDI**

...High Definition Serial Digital Interface; professionelle Schnittstelle zur Übertragung von Video- und Audiosignalen

**HDMI**

...High Definition Multimedia Interface; semiprofessionelle Schnittstelle zur Übertragung von Video- und Audiosignalen

**HDSLR (VDSLR)**

...hybrid / video digital single lens reflex; Fotokamera mit einer Spiegelmechanik und Videoaufzeichnung

**HDTV**

...High Definition Television

**HFF**

...Hochschule für Film und Fernsehen Konrad Wolf in Potsdam-Babelsberg

**i**

...interlace; fernsehtechnisches Bildverarbeitungsverfahren mit Zeilensprung und Halbbildern

**ISO**

...Internationale Organisation für Normung → Angabe über Filmempfindlichkeit

**ITU**

...International Telecommunication Union; Organisation die sich offiziell weltweit mit der technischen Weiterentwicklung der Telekommunikation beschäftigt

**JPEG**

...Joint Photographic Experts Group; beschreibt eine Bildkompression

**LANC**

...local application control bus; Steuerprotokoll für Videokameras

**LCD**

...liquid crystal display

**LOG**

...logarithmische Gammakurve

**MFT**

...Micro-Four-Thirds-Standard; von Panasonic und Olympus entwickelt

**MOV**

...Abkürzung für Movie; Dateiendung für Apple Quicktime-Videos

**MPEG**

...Moving Picture Experts Group; Arbeitsgruppe die sich mit der Standardisierung von Videokompression und Containerformaten beschäftigen

**MXF**

...material exchange format; offenes Dateiformat aus dem Broadcast-Bereich für Videodateien

**NAB**

...National Association of Broadcasters; jährlich findet in Las Vegas die NAB-Show eine Messe für elektronische Medien statt

**ND-Filter**

...Neutralsdichtefilter; vor das Objektiv angebrachte Glas- oder Kunststoffscheiben zur Abdunklung des Bildes

**OLED**

...organic light emitting diode; Leuchtdiode aus organisch halbleitenden Material

**P**

...progressive; fernsehtechnisches Bildverarbeitungsverfahren mit Vollbildern

**PAL**

...phase-alternation-line; Verfahren zur Farbübertragung bei analogem Fernsehen

**PCM**

...pulse code modulation; eine Modulationsform, bei der ein analoges Signal binär kodiert wird

**RAW**

...Rohdatenformat

**REC709**

...Parameter für den HDTV Standard für Produktionen und internationalen Programmaustausch

**SATA**

...serial advanced technology attachment; Verbindung zum Datenaustausch von Prozessor und Festplatte

**SD Karte**

...secure digital memory card; digitales Flash-Speichermedium

***SDI***

...Serial Digital Interface

***SMPTE***

...Society of Motion Picture and Television Engineers; internationaler Verband zur Förderung professioneller Film- und Videotechnik

***SNR***

...signal to noise ratio; gibt die technische Qualität eines Signals wieder

***SSD***

...solid state drive; elektronisches Speichermedium

***TIFF***

...tagged image file format; Dateiformat zur Speicherung von Bilddaten

***XAVC***

...X advanced video coding; Weiterentwicklung des AVC Codecs mit 4K Qualität

***XLR***

...Industriestandard für elektronische Steckverbindungen

## Formelverzeichnis

### Signale

$R$	Rotsignal
$G$	Grünsignal
$B$	Blausignal
$Y$	Luminanzsignal
$C$	Farbsignalvektor
$\varphi$	Farbphasenwinkel

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blackmagic Cinema Camera mit EF und MFT Mount .....	5
Abbildung 2: Maße der Blackmagic Cinema Camera.....	6
Abbildung 3: Blackmagic UltraScope.....	12
Abbildung 4: Bayer-Pattern.....	18
Abbildung 5: Größenvergleich des BMCC-Sensors mit dem ARRI Alexa S35 und dem 5DMII Vollformatsensor unter Berücksichtigung der jeweiligen Crop-Faktoren .....	20
Abbildung 6: Vergleich Walimex Pro 8 mm / 3,8 Fisheye II (links) und Walimex Pro 14 mm / 2,8 an der BMCC (rechts) .....	25
Abbildung 7: Walimex Pro 14 mm / 2,8 an der EOS 5D Mark II (links) und an der BMCC (rechts) .....	25
Abbildung 8: Ausrichtung der Lichtquellen mit reflektierenden Testcharts.....	28
Abbildung 9: Testaufbau mit der 5D Mark II vor der reflektierenden Testtafel TE 158 A .....	29
Abbildung 10: Aus den Videoaufnahmen der BMCC extrahierte Einzelbilder der vier verschiedenen Blendenstufen mit den dazugehörigen Waveformen.....	32
Abbildung 11: Aus den Videoaufnahmen der 5DII extrahierte Einzelbilder der vier verschiedenen Blendenstufen mit den dazugehörigen Waveformen.....	33
Abbildung 12: Summe der Waveform der einzelnen Blendenstufen gemessen mit der BMCC.....	34
Abbildung 13: Summe der Waveform der einzelnen Blendenstufen gemessen mit der 5DMII.....	34
Abbildung 14: Reflektierende Testtafel TE158 der Firma Esser.....	35
Abbildung 15: Auf 150% vergrößerter Ausschnitt der TE142 gemessen mit der BMCC .....	36



Abbildung 16: Auf 150% vergrößerter Ausschnitt der TE142 gemessen mit der 5DMII 37	
Abbildung 17: Siemenssterne der TE142 Links: BMCC Rechts: 5DMII.....	39
Abbildung 18: RollingShutter an verschiedenen Sensorpositionen bei 440 U/min Oben: BMCC Unten: 5DMII.....	40
Abbildung 19: Farbsignalvektor .....	42
Abbildung 20: Farbwiedergabe eines 100/75 Farbbalkens im Vektorskop .....	42
Abbildung 21: Überlagerung der Messwerte der BMCC (rot) und der 5DMII (grün) mit der Testtafel TE188 A .....	43
Abbildung 22: Messwerte und Aufzeichnung der BMCC mit der Testtafel TE188 A.....	44
Abbildung 23: Messwerte und Aufzeichnung der 5DMII mit der Testtafel TE188 A.....	45
Abbildung 24: Vergrößerung eines Auszuges der Testtafel TE188A auf 150% mit den einzelnen R,G, und B Kanälen Links: BMCC bei 800 ISO Rechts: 5DMII bei 800 ISO	48
Abbildung 25: Waveform des Lowlighttests mit der TE1188 A / Links: BMCC bei 800 ISO Rechts: 5DMII bei 800 ISO.....	49
Abbildung 26: Vergrößerung eines Auszuges der Testtafel TE188A auf 150% mit den einzelnen R,G, und B Kanälen / Links: BMCC bei 1600 ISO Rechts: 5DMII bei 1600 ISO.....	50
Abbildung 27: Schärfentiefe-Test mit der TE158A und der BMCC.....	52
Abbildung 28: Tiefenschärfe Test mit der TE158A und der 5DMII.....	54
Abbildung 29: Einzelbild einer Miniaturaufnahme vor Blau mit logarithmischer Gamma-kurve Oben: ARRI Alexa Plus Unten: BMCC.....	56
Abbildung 30: Einzelbild einer Miniaturaufnahme vor Blau mit REC709 Gammakurve Links: BMCC Rechts: ARRI Alexa Plus.....	57
Abbildung 31: 100% Ansicht des Bildausschnittes mit REC709 Links: BMCC Rechts: ARRI Alexa Plus.....	58

---

Abbildung 32: 150% Ansicht des Bildausschnittes mit Chrominanzkey Links: BMCC Rechts: ARRI Alexa Plus.....	58
Abbildung 33: Zaguto Blackmagic Striker.....	60
Abbildung 34: Foton Rigsysteme.....	60
Abbildung 35: Hawk-Woods DV-BMS Adapter.....	61
Abbildung 36: (v.l.n.r.) ultraCage for Blackmagic, MOVIEtube PR HD, ARRI kit für die Blackmagic.....	62
Abbildung 37: (v.l.n.r.) Alpatron EVF-035W-3G, Zaguto Z-FinderEVF Pro.....	63
Abbildung 38: (v.l.n.r.) TVlogic VFM-056WP, smallHD AC7 OLED SDI.....	64
Abbildung 39: (v.l.n.r.) juicedLink BMC366, juicedLink RA333.....	65
Abbildung 40: LANC Fernsteuerungen von Manfrotto, Canon und VariZoom.....	66

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gegenüberstellung der AVID DNxHD Enkodierungen zu anderen HD-Formaten.....	16
Tabelle 2: Übersicht der ProRes Datenraten.....	17

# 1 Einleitung

„Canon redefines the future of photography“<sup>1</sup> konnte man in der Pressemitteilung der japanischen Firma zum Release der EOS 5D Mark II lesen. Das Highlight der Neuauflage der Spiegelreflexkamera EOS 5D war jedoch die Livebildvorschau und die damit verbundene Möglichkeit, Full-HD-Videos aufzeichnen zu können. Im Gegensatz zu den Konkurrenzmodellen der Sony Alpha 900 und der Nikon D700 zeichnet die EOS 1.920 x 1.080 Pixel mit 30 Bildern pro Sekunde auf. Möglich wurde dies durch einen verbesserten CMOS Sensor sowie den neuen 4 DIGIC Prozessor.<sup>2</sup>

Kameramänner wie Philip Bloom oder Vincent Laforet mit seinem EOS 5D Mark II Debut Film „Reverie“<sup>3</sup> bewiesen, wie praktikabel die Kamera für professionelle Videoproduktionen mit einem hochwertigen Filmlook sein konnte. „I realized that this is a game changer. I thought it was revolutionary. Then my mind just started thinking completely out of the box 'What if we could do this, this and this' and it began to inspire me even more as a filmmaker.“, so Shane Hurlbut, ASC,<sup>4</sup> über die EOS 5D Mark II.

Neil Smith, Pionier der RED Postproduktion bemerkte: „The form factor, the price, the image quality, and the new techniques of filmmaking will revolutionize anything with a micro budget. Anything under a million dollars where they used to consider a large HD camera they will now consider two or three HD SLRs.“<sup>5</sup>

Gerade das Budget ist bei Independent-Filmproduktionen knapper bemessen. Dementsprechend begann die Erfolgsgeschichte der EOS 5D Mark II als Filmkamera genau in diesem Segment. Foren wie cinema5d<sup>6</sup> oder das dslr-forum<sup>7</sup> erschufen eine große Community, innerhalb der Welt digitaler Cinematographie mit Spiegelreflexkameras.

---

1 Canon Inc., 2008, Pressemitteilung zur EOS 5D Mark II vom 17.09.2008, Stand: 10.05.2013  
Deutsche Übersetzung:

Canon definiert die Zukunft der Fotografie neu

2 Vgl. Böttger, 2010: S. 11

3 „Reverie“ von Vincent Laforet, <http://vimeo.com/7151244>, Stand: 19.05.2013

4 ASC ist die Abkürzung für The American Society of Cinematographers

Deutsche Übersetzung:

Ich realisierte das diese Kamerabahnbrechend war. Ich dachte, das ist revolutionär. Dann stellte ich mir spontan vor „Was wäre, wenn wir das, dies und jenes umsetzen könnten“ und es fing an, mich als Filmemacher noch mehr zu inspirieren.

5 Lancaster, 2011: S. 23  
dt. übersetzt:

Der Formfaktor, der Preis, die Bildqualität und die neuen Techniken, Filme zu realisieren, wird alles revolutionieren, was nur ein minimales Budget hat. Für alle (Anm. d. Verf.: Produktionsmittel) unter einer Million Dollar, für die man früher kaum eine große HD-Kamera bekam, werden jetzt zwei oder drei HD SLRs in Betracht gezogen werden.

6 [www.cinema5d.com](http://www.cinema5d.com), Stand: 12.05.2013

7 [www.dslr-forum.de](http://www.dslr-forum.de), Stand: 12.05.2013

Egal ob TV-Serien wie „Dr. House“<sup>8</sup>, in Spielfilmproduktionen wie „Iron Man 2“<sup>9</sup> oder „Red Tails“, sowie diversen Werbeproduktionen, die Canon EOS 5D Mark II, im Folgenden immer mit 5DMII abgekürzt, findet auf Grund ihrer Größe, Looks und ihrem Preis in allen Videogattungen Anwendung. Begrenzt wird die Nutzung allein durch den verwendeten Codec.<sup>10</sup>

Die australische Firma Blackmagic Design hat langjährige Erfahrungen in den Bereichen der Postproduktion und Videoübertragung. Mit der Blackmagic Cinema Camera, im Folgenden als BMCC abgekürzt, stellte das Unternehmen 2012 auf der National Association of Broadcasters ihre erste digitale Filmkamera vor. Die BMCC sollte auf dem Markt alle Vorteile einer HDSLR-Kamera besitzen und darüber hinaus die Nachteile, wie beispielsweise die Limitierungen der Aufzeichnung verbessern.

Mit diesen Vorsätzen wurde die erste 12 Bit RAW Kamera für \$2,995 präsentiert. Zusätzlich lieferte Blackmagic Design mit DaVinci Resolve 9.0 und Ultra Scope ein Softwarepaket für die Farbkorrektur und Bildkontrolle dazu. Eine digitale Filmkamera mit diesen Eigenschaften, dem besonderen Design und zu diesen Konditionen wurde eine der wichtigsten Neuheiten der NAB und in Filmforen vielfach diskutiert. Schnell wurde die BMCC als „Gamechanger“ ausgerufen. Damit wurde der Kamera aus den oben genannten Gründen ein revolutionärer Charakter zugestanden. Kritiker hingegen hinterfragten das Design der Kamera, die unprofessionelle Stromspeisung durch eine interne Batterie oder die Größe des Kamerasensors im Bezug auf den verwendeten EF-Mount von Canon.

## 1.1 Zielvorstellung und Rahmen

Wird Blackmagic Design mit der BMCC den digitalen Filmkameramarkt revolutionieren? Sollten HDSLR-Kameras für die Independentfilmbranche aufgrund des nie dagewesenen Preis-Leistungs-Verhältnisses der Cinema Camera obsolet werden? Kann die BMCC die Aufzeichnung von RAW-Material auch im semiprofessionellen Umfeld integrieren?

All diese Fragen sollen durch das Auswerten der technischen Daten, eines Kameratest in den Studios der HFF Potsdam und eigener Praxiserfahrungen im Umgang mit der Kamera in diversen Produktionen beantwortet werden. Schlussendlich wird eine Aus-

---

8 Vgl. KAUFMANN, 2010, <http://www.gizmodo.de/2010/04/14/staffel-finale-von-dr-house-komplett-mit-canon-5d-mark-ii-gedreht.html>, Stand: 12.05.2013

9 Vgl. ZHANG, 2010, <http://petapixel.com/2010/09/29/canon-5d-mark-ii-used-for-iron-man-2/>, Stand: 12.05.2013

10 Lancaster, 2011: S. 33

sage getroffen, ob die BMCC ein ähnlicher „Gamechanger“ wie Canons 5DMII werden kann.

Da die 5DMII im Rahmen dieser Arbeit zur Verfügung stand und derzeit noch am meisten im Independentfilmbereich integriert ist, wurde diese Kamera für den Vergleichstest ausgewählt. Die empirischen Erhebungen innerhalb dieses Versuchs wurden akribisch dokumentiert. Bei allen Untersuchungen wurde darauf geachtet, die Bedingungen möglichst für beide Kameras gleichbleibend zu halten.

Da die Canon EOS 5D Mark III das aktuelle Topmodel der Canon HD/SLR-Reihe ist, könnte ein Vergleichstest mit der BMCC Forschungsgrundlage für eine weitere Thesis sein.

Diese Arbeit beschäftigt sich aufgrund des begrenzten Rahmens einer Bachelor-Thesis nicht mit dem Ingest der RAW-Daten in DaVinci Resolve oder der Farbkorrektur ansich.

Der Aktualität der Kamera ist es geschuldet, dass ein Großteil der Quellen aus dem Internet gewonnen wurde. Hierbei ist darauf geachtet worden, das zitierte Websites, Foren oder Berichte einen fachwissenschaftlichen Rahmen einhalten, beziehungsweise vertrauenswürdig sind.

## 1.2 Einteilung der Bachelor-Thesis

Diese Bachelor-Thesis setzt sich aus drei Teilen zusammen. Zur Einführung werden die Bestandteile der BMCC, sowie die Bedienung erläutert und das Design hinterfragt. Neben den Speichermedien und der Stromspeisung, wird außerdem auf mögliche Objektvarianten eingegangen.

Im zweiten Teil der Arbeit soll ein Kamerateamtest Aufschluss über den Dynamikumfang, das Auflösungsvermögen, Alias-Effekt, Moirè sowie Rolling-Shutter, Farbwiedergabe Lichtempfindlichkeit beziehungsweise ISO Rauschen und der Schärfentiefe unter Studiobedingungen geben. Als Vergleichskamera soll die 5DMII, als direkter Konkurrent in diesem Preissegment, dienen. Ein RAW Materialvergleich zwischen BMCC und der etablierten Filmkamera ARRI Alexa Plus, soll zeigen, inwiefern die Bildqualität der BMCC zur aktuellen Referenz in der digitalen Kinematographie verglichen werden kann.

Darauffolgend sollen positive und negative Erfahrungen aus dem Praxiseinsatz mit der BMCC erörtert werden. Eine Zubehörauflistung wird eine Anleitung geben, wie mit

Blackmagic Designs erster digitalen Filmkamera professionelle Filmaufzeichnungen realisierbar sein können.

Abschließend werden alle Erkenntnisse aus den vorigen Kapiteln zusammengefasst um einen Überblick zu geben, inwiefern die BMCC der ausgerufene „Gamechanger“ auf dem Markt der digitalen Kinematographie sein kann. Außerdem werden diverse Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt. Abgerundet wird die Arbeit durch eine Einschätzung des Potentials der kommenden Kameras der Firma Blackmagic Design.

## 2 Vorstellung der Blackmagic Cinema Camera

Blackmagic Design ist bekannt durch ihr Hardware-Know-how im Postproduktionsbereich. Daher war die Vorstellung der BMCC auf der NAB-Show im April 2012 eine große Überraschung. Diese hielt an als die Firma verkündete, dass die Kamera schon im Juli 2012 für den Massenmarkt erhältlich sein würde.



Abbildung 1: Blackmagic Cinema Camera mit EF und MFT Mount <sup>11</sup>

Probleme in der Fertigung ließen jedoch erst ab Dezember 2012 eine uneingeschränkte Produktion zu. Die Produktionskette wurde laut Aussagen des Herstellers durch ein verschmutztes Sensorschutzglas unterbrochen.<sup>12</sup> Während die Verschiebung der Auslieferung der BMCC Kritik durch die Vorbesteller an der ausgelagerten Produktionskette in China verursachte, steuerte die Firma mit einem weiteren Kameramodel mit Micro Four Thirds Mount, kurz MFT, entgegen. Aufgrund der großen Anzahl an Vorbestellungen der Variante mit Elektronischem Fokus, kurz EF, beginnt die Produktion der MFT Versionen laut Blackmagic Design nicht vor Februar 2013.

### 2.1 Body

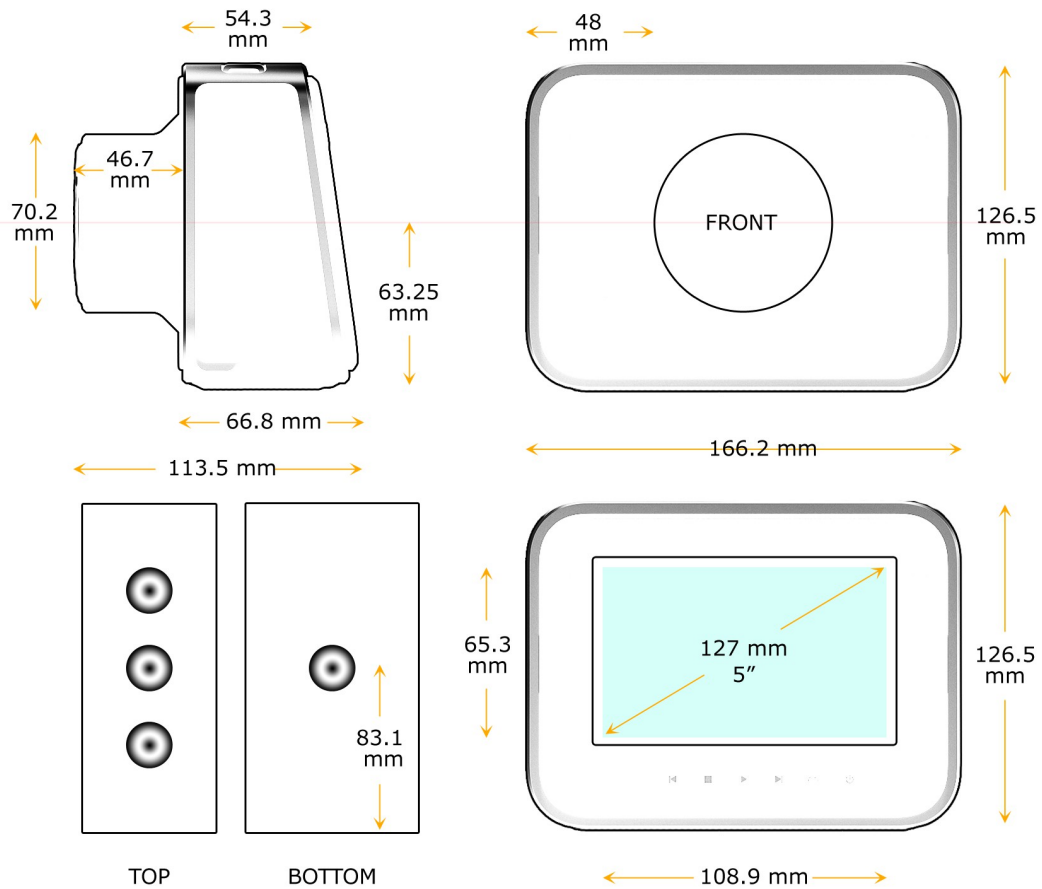
Der Body der BMCC ist der kompakten Form der HD-SLR-Kameras nachempfunden. Trotz der schlanken Bauweise wiegt die Kamera mit 1,7 Kilogramm nahezu das dop-

<sup>11</sup> Blackmagic Design Pty. Ltd., 2012, <http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/>, Stand: 13.05.2013

<sup>12</sup> Vgl. PETTY, 2012, <http://forum.blackmagicdesign.com/viewtopic.php?f=2&t=1288&p=6671#p6671>, Stand: 14.05.2013



pelte einer 5DMII. Die Mischung aus gebürstetem Aluminium und einer schwarzen Gummierung sorgen für eine robuste Haptik.



Copyright © Sareesh Sudhakaran 2012

Abbildung 2: Maße der Blackmagic Cinema Camera<sup>13</sup>

Die Skizze in Abbildung 2 zeigt die Maße der Kamera. Aufgrund der Bauweise ist die BMCC sehr frontlastig ist. Schon eine leichte 50 mm Optik lässt die Kamera nach vorn kippen.

Ein ¼ Zoll Gewinde zur Befestigung an einem Stativ oder Rig befindet sich an der Unterseite der Kamera. Drei weitere Gewinde befinden sich auf der Oberseite, um zum Beispiel Griffe, eine externe Stromspeisung oder eine Mikrofonierung an der Kamera zu installieren.

<sup>13</sup> Sudhakaran, 2013: S. 11

Das Kühlsystem der BMCC besteht aus einem aktiven Lüfter. Dieser ist während der Standbyzeit der Kamera deutlich zu hören. Die heiße Abluft wird über die Lüftungsschlitze an der Unterseite der Kamera abgegeben. Um nicht zu überhitzen sollten die Schlitze während des Drehs nicht verdeckt werden. Da aktive Lüfter Verschleißteile sind, ist es positiv anzumerken, dass Blackmagic Design eine Anleitung zum selbstständigen Wechsel anbietet.<sup>14</sup>

Da die Bedienung hauptsächlich über den Touchscreen funktioniert, sind nur wenige Knöpfe mit den Standardfunktionen belegt. Dazu gehören:

- Power und Menü
- zwei Recordbuttons jeweils an der Front- und Hinterseite
- Blenden- und Fokus-Assistent
- die Wiedergabefunktionen Rückwärtsspulen, Vorwärtsspulen, Stop und Abspielen

Die Bedienerfreundlichkeit aus Touchscreen und den wenigen Knöpfen ist somit gegenüber einer HD-SLR Kamera, welche in der Bedienung in erster Linie für die Fotografie ausgelegt ist, größer und strukturierter.

Auch die Anschlussmöglichkeiten sind sehr überschaubar. Neben einem Stromanschluss für 12-30 Volt befindet sich ein Thunderboltausgang an der Kamera. Dieser ermöglicht allerdings nicht den Datenaustausch von einer in der BMCC befindlichen SSD auf ein externes Speichersystem, sondern ist ausschließlich als Verbindung zu einem Gerät mit UltraScope gedacht, um eine bessere Bildkontrolle zu ermöglichen. Außerdem wird eine Echtzeitaufzeichnung mittels der mitgelieferten Software MediaExpress möglich.<sup>15</sup> Auch die Mini-USB Buchse ermöglicht keinen Datenaustausch, sondern kann nur für Softwareupdates benutzt werden.

Die Kamera bietet weiterhin einen HD-SDI Out nach SMPTE 292 M mit 10 Bit 4:2:2 Farbunterabtastung. Ein Signal mit bis zu 3 Gbps ermöglicht die Ausgabe von maximal 30 Bildern pro Sekunde und einem vier Kanal Ton mit 24 Bit und 48 kHz. Die Kamera kann über 6,35 Millimeter Stereoklinke externen Ton aufzeichnen. Hier greift Blackmagic Design aus Platzgründen nicht auf eine im Profibereich verbreitete symmetrische XLR-Schnittstelle zurück und lässt damit keine Phantomspeisung zu, welche beispielsweise für Kondensatormikrofone benötigt wird. Abgehört werden kann der Ton über

---

<sup>14</sup> Vgl. Blackmagic, 2013: S. 51

<sup>15</sup> Vgl. Blackmagic, 2013: S. 31 ff.

eine 3.5 Millimeter Stereoklinke. Via LANC 2.5 mm kann eine Hinterkamerabedienung angebracht und Start, Stopp oder Blendensteuerung vorgenommen werden.

## 2.2 Display

Es ist zu vermuten, dass Blackmagic Design versucht die Schwächen der HD-SLR-Kameras auszunutzen, um die Käufer von der eigenen Kamera zu überzeugen. Ein Nachteil der Fotokameras ist der kleine oft spiegelnde Live-View-Monitor. Die BMCC besitzt am Rücken der Kamera ein 5“ Display mit einer Auflösung von 800 x 480 Bildpunkten.<sup>16</sup> Es bietet dem Benutzer eine vergleichsweise bessere Kontrolle der einzelnen Bildattribute. Jedoch spiegelt der Monitor trotz Entspiegelung nicht unerheblich. Das Display ist im Kamerarücken fest verbaut und lässt sich nicht drehen oder anwinkeln. Wird zum Beispiel in der Frosch- oder Vogelperspektive gedreht, so ist man auf einen Zweitmonitor angewiesen. Da die BMCC über keinen HDMI Ausgang verfügt, kann dieser nur über den HD-SDI Ausgang angeschlossen werden.

Die Lichtstärke des Displays ist für Innenaufnahmen optimal. Befindet sich das Szenario jedoch in der Natur bei grellem Sonnenschein, ist auf dem Display der Kamera nur noch wenig zu erkennen. Die Helligkeit und die Kontraste reichen nicht aus, um das Bild objektiv zu beurteilen. Um dem entgegen zu wirken, liefert Blackmagic Design standardmäßig eine Sonnenblende als Zubehör dazu. Damit wird die Sichtbarkeit des Displays allerdings im sonnigen Umfeld nicht zufriedenstellend verbessert. Da das kapazitive Touch-Display auch zur Bedienung der Kamera benötigt wird, kommt es durch die Sonnenblende zu Einschränkungen. Fingerabdrücke, die durch die Bedienung auf dem Display entstehen, vermindern die Erkennbarkeit zusätzlich.

Im Vergleich zu der verbreiteten DSLR Technik bietet Blackmagic Design einen größeren Display, diverse Anbieter liefern jedoch LCD oder OLED-Monitore mit deutlich besserem Schärfe, Helligkeits- und Kontrastverhalten. Unter dem Punkt 4.1 wird eine kleine Auswahl vorgestellt.

---

<sup>16</sup> Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2012, <http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/techspecs/>, Stand: 03.05.2013

## 2.3 Die Bedienung der BMCC

Die Bedienung der BMCC findet hauptsächlich über das Touch-Display statt. Wenige Standardfunktionen sind mit Knöpfen an der Kamera versehen. Diese lassen sich jedoch nicht anpassen.

Die folgenden Unterpunkte erläutern die manuellen Einstellungsmöglichkeiten der BMCC.

### 2.3.1 Shutter

Die Einteilung des Shutters der BMCC in Grad zeigt die Ambitionen des Herstellers eine Filmkamera zu etablieren. Gewählt werden kann der Verschlusswinkel in verschiedenen Größen zwischen 45 und 360 Grad.<sup>17</sup> Diese Einteilung bezieht sich auf den mechanisch rotierenden Shutter in Filmkameras wie beispielsweise der Sony F65.<sup>18</sup> Eine rotierende Scheibe vor dem Sensor lässt durch verschiedene Drehgeschwindigkeit eine Abstufung des Lichtes zu, welches auf den Sensor trifft. Damit kann je nach Belichtungszeit beispielsweise bei einer laufenden Person eine gewünschte Bewegungsunschärfe erzeugt werden. Da die BMCC einen elektronischen Shutter besitzt, ist lediglich die Maßangabe in Grad übernommen worden. Dies kann zu Missverständnissen auf Seiten des Kunden führen.

Im Gegensatz zu den HD-SLR Produkten, bei denen die Verschlusszeit in Bruchteilen von Sekunden angegeben wird, muss die Belichtungszeit für die BMCC in einen Verschlusswinkel umgerechnet werden. Wird beispielsweise mit der 5DMII Video mit 25 Bildern pro Sekunde aufgezeichnet, erhält das Material bei einer Verschlusszeit von 1/50 Sekunde kaum Bewegungsunschärfen. Der Shutter wird eine halbe Bildlänge geöffnet. 1/50 Sekunde bei 25 Bildern pro Sekunde entspricht einem 180 Grad Shutter-Winkel.<sup>19</sup> Der elektronische Shutter ermöglicht ein Belichten über die gesamte Dauer des Bildes. Ist der Verschluss auf 1/25 Sekunde bei 25 Bildern pro Sekunde ausgewählt, entsteht bei Bewegungen im Bild Bewegungsunschärfe. Diese Verschlusszeit entspricht einem Verschlusswinkel von 360 Grad.

---

<sup>17</sup> Vgl. Blackmagic, 2013: S.11

<sup>18</sup> Vgl. Sony Electronics Inc., 2013, [http://pro.sony.com/bbsc/ssr/show-highend/resource.solutions.bbsscms-assets-show-highend-F65.shtml#/f65t1\\_13](http://pro.sony.com/bbsc/ssr/show-highend/resource.solutions.bbsscms-assets-show-highend-F65.shtml#/f65t1_13), Stand: 01.05.2013

<sup>19</sup> Vgl. Goldberg, 1992: S. 86

### 2.3.2 Die Grundempfindlichkeit des Sensors

Die Lichtempfindlichkeit des Sensors einer digitalen Filmkamera wird wie die Empfindlichkeit von analogem Film in der American Standard Association, kurz ASA, angegeben. Je nach Sensor liegt dieser Wert meist zwischen 100 und 800 ASA.<sup>20</sup> Blackmagic Design gibt für die Empfindlichkeit ihres Sensors in der Bedienungsanleitung 800 ASA an.<sup>21</sup> Sie kann in den Abstufungen von 200, 400, 800 oder 1600 ASA gewählt werden.

Der renommierte Technikblog CVP.com trifft folgende Aussage zur Grundempfindlichkeit der BMCC: „The Cinema Camera’s native sensitivity is a healthy ISO400 and at f/2.8 it delivered fully exposed images in our fairly dimly lit studio set. Sensitivity can be increased to ISO800 and 1600 for lower light environments and the increase in noise was minimal.“<sup>22</sup>

Subjektiv betrachtet befindet sich der Wert für die tatsächliche native Lichtempfindlichkeit des Sensors der BMCC etwa bei 400 ASA. Das Erhöhen der Empfindlichkeit auf 1600 ASA, bringt jedoch, entgegen der Aussage von CVP.com, sichtbar mehr Rauschen in das Bild. Der Versuch dazu folgt unter Punkt 3.2.5.

### 2.3.3 Blende

Die MFT Version der Kamera besitzt einen passiven Mount. Damit kann sowohl Focus als auch Blende nur über das jeweilige Objektiv verändert werden. Ein Zugriff über die Kamera ist nicht möglich. Ist die BMCC mit einem EF-Mount ausgestattet, lässt sich die Blende mit der Verwendung von Objektiven mit entsprechender Elektronik, über die Kamera ansteuern. Dazu gehören beispielsweise Objektive der Canon L-Reihe.<sup>23</sup>

Die Kamera gibt zwei verschiedene Aufnahmemöglichkeiten vor, welche unter dem Abschnitt 2.4 Aufnahmeformate näher erläutert werden. Eine Aufzeichnungsmöglichkeit bietet der Video-Dynamic-Range Modus. Nachdem man den Knopf für die Blenden-Assistenz gedrückt hat, lässt die Kamera eine automatische Belichtung zu. Dabei wird die optimale Belichtung der Szenerie automatisch über die 13 Blendenstufen der Kamera ausgewählt und die Blende dementsprechend angepasst.

---

<sup>20</sup> Vgl. Maschke, 2005: S. 44

<sup>21</sup> Vgl. Blackmagic, 2013: S.10

<sup>22</sup> BLOOM, 2012, <http://blog.creativevideo.co.uk/2012/06/a-quick-hands-on-with-the-blackmagic-design-cinema-camera/>, Stand: 03.05.2013

Deutsche Übersetzung

Die native Lichtempfindlichkeit der Cinema Camera liegt bei ISO400 und lieferte mit einer Blende von 2,8 in unserem Studioset mit recht gedämpften Licht korrekt belichtete Bilder. Die Empfindlichkeit kann für dunklere Umgebungen weiterhin auf ISO800 und ISO1600 erhöht werden, da das Rauschen nur minimal zugenommen hat.

<sup>23</sup> Vgl. Böttger, 2008: S. 90

Im Film-Dynamic-Range Modus ist ebenfalls eine automatische Blendensteuerung via des Blenden-Assistenz-Knopfes vorhanden. Jedoch wird die Blende nach der Belichtungsmessung der Szenerie nicht auf die optimale Belichtung, sondern auf die Spitzlichter des Bildes abgeglichen. Die Blende wird soweit reguliert, dass dieser Grenzbereich nicht überbelichtet wird, demzufolge keine Bildamplitude über 100% entsteht. Somit können die Helligkeitsunterschiede auch in den Spitzlichtern noch wiedergegeben werden und die Zeichnung im Filmmaterial bleibt erhalten.<sup>24</sup>

Die Blende ist neben der Regulierung der Lichtempfindlichkeit des Sensors und des Shutters die einzige Möglichkeit, das einfallende Licht zu begrenzen. Ein Neutralsdichtefilter ist in der Kamera nicht verbaut.

### 2.3.4 Weißabgleich

Bei einem Weißabgleich interpretiert die Kamera die Farbtemperatur des vorhandenen Lichtes. Je nach Lage und Lichtverhältnis des Szenario existiert vor Ort eine bestimmte Farbtemperatur die in Kelvin angegeben wird. Kunstlicht erzeugt ein subjektiv orangefarbenes Licht und liegt um die 3000 Kelvin. Tageslicht hingegen hat einen größeren Blauanteil und beträgt ca. 5600 Kelvin.<sup>25</sup> Die BMCC lässt Farbtemperaturen von 3200 Kelvin bis 7500 Kelvin zu.

Auch für die Einstellung des Weißabgleiches ist der Aufnahmemodus der BMCC interessant. Zeichnet die Kamera das RAW Signal auf, so lässt sich aufgrund der vollen Farbinformation im Bild der Weißabgleich in der Postproduktion ohne sichtbaren Qualitätsverlust anpassen. Der in der Kamera eingestellte Weißabgleich dient nur als Vorreferenz für die Postproduktion.

Zeichnet die Kamera jedoch zum Beispiel in ProRes oder DNxHD auf, wird die Information im Signal von 12 auf 10 Bit verringert und der Weißabgleich oder auch die Blende können in der Postproduktion bei größeren Farbverschiebungen nur unter Qualitätsverlust des Videomaterials verändert werden. Im Fachjargon spricht man vom „einbacken“ der Farbtemperatur und Blende in das komprimierte Signal.

---

<sup>24</sup> Vgl. Young, 2013: S. 18

<sup>25</sup> Vgl. Schenk, Long, 2012: S. 159

### 2.3.5 Die Bildkontrolle via UltraScope

Einer der Argumentationsgründe für die BMCC ist das perfekt abgestimmte Paket aus Hardware und Software, welches man beim Kauf erhält. Die mitgelieferte Messtechnik besteht aus der Software Blackmagic UltraScope, welche im Gesamtpreis der Kamera inkludiert ist. Die Software erlaubt die Kontrolle des Waveformmonitors mit Broadcast Präzision.<sup>26</sup>

Diese Messtechnik kommt meist über HD-SDI oder HDMI angeschlossene Fieldmonitore zum Einsatz. Bekannt dafür sind unter anderem Produkte der Firma TVLogic. Diese Monitore sind auf die Nutzung mit DSLR Kameras wie die 5DMII abgestimmt und bieten neben Waveform und Vektorskop Zusatzfeatures, wie eine Kantenanhebung, die den Schärfenzug der kurzen Schärfentiefe einer HDSLR-Kamera erleichtert.<sup>27</sup>

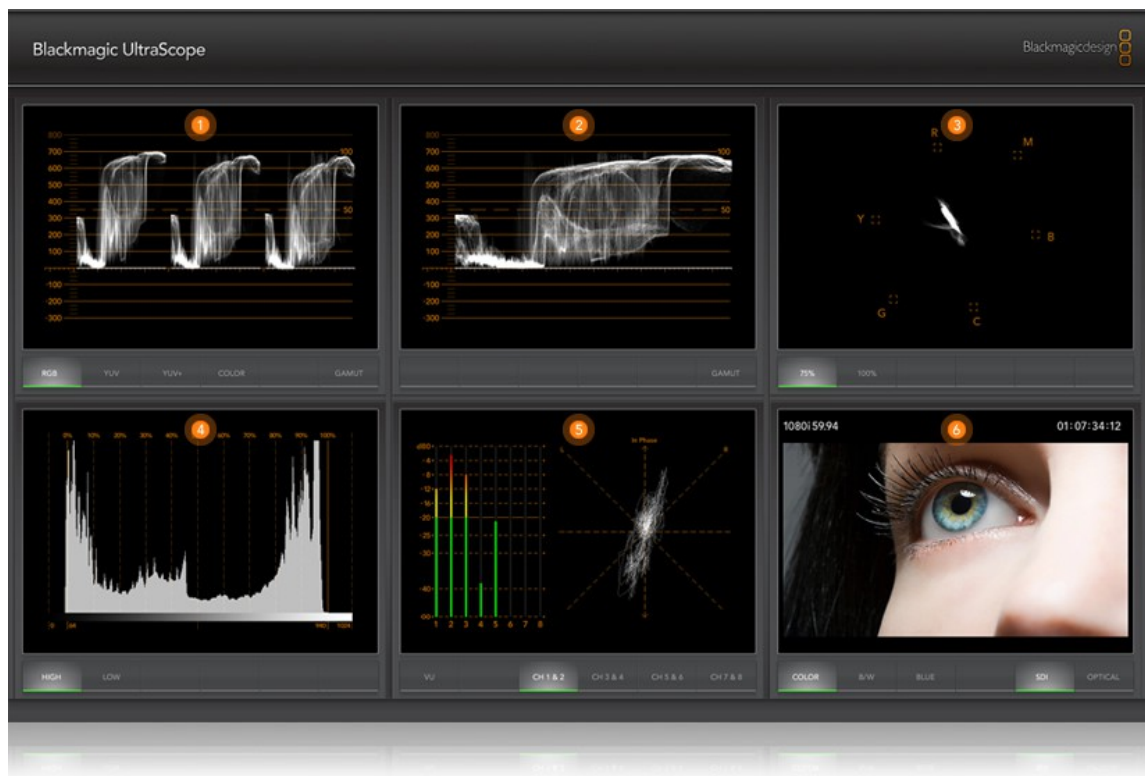
Das Monitoring von UltraScope wird nicht auf der BMCC selber ausgeführt, sondern durch ein via Thunderbolt an die Kamera angeschlossenes Notebook. Sechs Live-Bereiche ermöglichen die volle Kontrolle über das Bild- und Audiosignal. Folgende Bildkontrollen sind vorhanden:

1. RGB Parade Waveform
2. Waveform Monitor
3. Vektorskop
4. Histogramm
5. Audio Aussteuerung
6. Livebild der BMCC

---

<sup>26</sup> Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2012, <http://www.blackmagicdesign.com/de/products/ultrascope/>, Stand: 05.05.2013

<sup>27</sup> Vgl. TVLogic USA, 2013, <http://www.tvlogicusa.com/product/product.php?model=VFM-056W/WP>, Stand: 06.05.2013

Abbildung 3: Blackmagic UltraScope<sup>28</sup>

Unabhängig von UltraScope bietet die BMCC auch kameraintern Bildkontrollen. Die Zebrafunktion ist bekannt aus dem Broadcastbereich und kann die Belichtungsfelder je nach prozentualer Einstellung von 75% bis 100% mit einem Zebra-Muster markieren.<sup>29</sup> Bildinformationen, die mit 100% Zebra markiert werden, haben 100% Bildamplitude. Amplituden über 100% beinhalten keine Zeichnung mehr und sind sozusagen „ausgebrannt“.

Die Schärfe lässt sich über das Drücken der Fokus-Taste und der damit erscheinenden Kontur an den scharfen Bereichen des Bildes besser bestimmen. Wahlweise kann durch ein doppeltes Tippen des Touchscreens das Zentrum des Bildes vergrößert werden, um einen besseren Schärfeeindruck zu gewinnen. Um wieder das vollständige Bild zu erhalten, muss erneut doppelt auf das Display getippt werden.<sup>30</sup>

Außerdem zeigen Markierungen die Action-Safe Area und die Title-Safe Area an, wahlweise auch auf einen über HD-SDI angeschlossenen Monitor. Dabei ist zu beachten, dass die SDI Overlay Funktion ausgeschaltet wird, insofern kein Monitor, sondern bei-

<sup>28</sup> Blackmagic Design Pty. Ltd., 2012, <http://www.blackmagicdesign.com/de/products/ultrascope/>, Stand: 05.05.2013

<sup>29</sup> Vgl. Young, 2013: S. 43

<sup>30</sup> Vgl. Young, 2013: S. 35



spielsweise ein Aufnahmegerät über HD-SDI angeschlossen ist. Andernfalls werden die Safe Area's auch auf dem aufgezeichneten Signal vorhanden sein.

### 2.3.6 Aufnahme und Wiedergabe

Die Aufnahme lässt sich an der BMCC via Record-Button an der Vorderseite rechts oben oder an der Hinterseite links unten starten. Ein Tally- oder Rec-Light ist nicht vorhanden. Lediglich im Display wird die Aufnahme von Filmmaterial angezeigt.

Der aufgezeichnete Timecode hängt von der in der Kamera eingestellten Uhrzeit und dem Datum ab. Es wird die jeweilige Uhrzeit der Aufnahme im Clip vermerkt. Derzeit ist keine externe Timecodeeinspeisung möglich. Damit fällt es schwer mehrere BMCCs an einem Set zu synchronisieren.

Wie man es von den HDSLR-Kameras gewohnt ist, gelangt man über den Play-Button direkt zur Wiedergabe des zuletzt aufgenommenen Clips. Die Kamera muss also nicht erst in eine Art Playback-Modus gewechselt werden.

Der Nachteil des BMCC-Wiedergabemodus sind die ausschließlich aneinandergereihten Clips. Es gibt keine Vorschauübersicht mit mehreren Clips. Wird eine bestimmte Aufzeichnung auf der SSD gesucht, müssen alle Sequenzen einzeln durchgeklickt werden. Je nach Umfang des Materials kann so schnell der Überblick über die Videoclips verloren werden.

Außerdem lassen sich einzelne aufgenommene Clips nicht über die Kamera löschen. Da die Kapazität einer beispielsweise 256 GB SSD-Festplatte bei einer 2,5 K RAW-Aufzeichnung bereits nach etwa 35 Minuten verbraucht sein kann, ist zu hoffen das Blackmagic dieses essentielle Feature in einem späteren Firmwareupdate nachreicht.<sup>31</sup> Das Formatieren der SSD kann ebenfalls nicht über die Kamera ausgeführt werden.

## 2.4 Die Aufnahmeformate und ihre Eigenschaften

Das Topfeature der BMCC ist die interne 2,5 K 12 Bit RAW-Aufzeichnung zu einem Preis von ca. € 2,680.<sup>32</sup> Blackmagic Design ist mit diesem Preis-/Leistungs-Verhältnis der Kamera derzeit konkurrenzlos auf dem Markt. Vergleichbare Kameras wie die C300 besitzen zwar einen größeren Sensor, zeichnen jedoch intern nur einen 50 Mbit/s

---

<sup>31</sup> Vgl. Young, 2013: S. 26

<sup>32</sup> Vgl. Teltec GmbH, 2013,  
[http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p27616\\_HD/DV/Blackmagic\\_Cinema\\_Camera\\_EF.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p27616_HD/DV/Blackmagic_Cinema_Camera_EF.html) ,  
Stand: 08.05.2013

Datenstrom mit einem 4:2:2 Farbsampling und 8 Bit Quantisierung auf. Preislich kostet die Canon C300 mit ca. € 13,000 mehr als das vierfache der BMCC.<sup>33</sup>

Auch die neu angekündigte Sony PMW-F5 liegt in dieser Preiskategorie. Intern zeichnet diese Kamera einen 50 Mbit/s 4:2:2 10 Bit Datenstrom wahlweise in XAVC oder MPEG auf.<sup>34</sup> Will man mit dieser Kamera RAW aufzeichnen, dann ist dies nur über ein externes Device wie dem AXS-R5 möglich. Dafür lässt dieser Rekorder die Aufzeichnung eines 16 Bit Datenstroms in einer 2 K oder 4 K Auflösung zu.<sup>35</sup>

Die interne RAW-Aufzeichnung der BMCC bleibt derzeit ein Alleinstellungsmerkmal in dieser Preisklasse. Trotzdem zeichnet die Kamera ebenfalls komprimiertere Signale auf, um für Projekte ohne umfangreiche Postproduktion mit Farbkorrekturen interessant zu sein. Auch hier spiegelt sich die langjährige Erfahrung der Firma Blackmagic Design mit dem Postproduktionsprozess wieder. Denn mit DNxHD und ProRes liefert die Kamera zwei Signale die nativ in AVID- oder Apple-Schnittsoftware bearbeitet werden können. Im Folgenden wird auf die Aufnahmeformate näher eingegangen.

### 2.4.1 DNxHD

Digital Nonlinear Extensible High Definition, kurz DNxHD, ist ein Video-Kompressionsformat der Firma AVID. Es wurde für die Postproduktion von HD-Filmmaterial entwickelt. Das Besondere an dem Format ist die geringe Größe der Videodaten bei einer beeindruckenden HD Qualität. Der Codec ist zu diversen AVID Produkten wie dem Media Composer kompatibel. DNxHD-Videodaten müssen für den Media Composer nicht transkodiert, sondern können nativ mit der Schnittsoftware bearbeitet werden.<sup>36</sup>

DNxHD arbeitet mit Intra-Frames, somit findet eine unabhängige Kodierung der einzelnen Bilder statt. Es wird ein Alphakanal bei einer Farbunterabtastung von 4:2:2 unterstützt. Diverser Datenraten für 720p25, 1080p25 beziehungsweise 1080i50 und 2K werden angeboten.<sup>37</sup> Der Datenstrom wird meist als MXF-Container gespeichert.

Vom Institut für Rundfunktechnik wurde der Codec für HD-Produktionen der öffentlich-rechtlichen Fernsehanstalten zugelassen.<sup>38</sup> Einige öffentlich-rechtliche Formate,

---

<sup>33</sup> Vgl. Canon Inc., 2012, [http://www.canon.de/For\\_Home/Product\\_Finder/Digital\\_Cinema/Cinema\\_EOS\\_Cameras/EOS\\_C300\\_PL/](http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Digital_Cinema/Cinema_EOS_Cameras/EOS_C300_PL/) , Stand: 09.05.2013

<sup>34</sup> Vgl. Sony Electronics Inc., 2013, <http://www.sony.de/pro/product/35mmdigitalmotionpicturecamerascamcorders/pm-w-f5/specifications> , Stand: 09.05.2013

<sup>35</sup> Vgl. Sony Electronics Inc., 2013, <http://www.sony.de/pro/product/dataingestunits/axs-r5/overview> , Stand: 09.05.2013

<sup>36</sup> Vgl. Avid Technology, Inc., <http://www.avid.com/US/industries/workflow/DNxHD-Codec> , Stand: 10.05.2013

<sup>37</sup> Vgl. Vogel, 2009, S. 68

<sup>38</sup> Vgl. IRT GmbH, 2011, <http://www.irt.de/de/publikationen/technische-richtlinien.html> , Stand: 10.05.2013

wie zum Beispiel ZDF-Zoom, verwenden derzeit noch HD-SLR-Kameras um einen Filmlook zu generieren. Hier hätte die BMCC das Potential, durch ein besseres Signal und einem vorhandenen DNxHD-Workflow, den geringen Datenstrom der HD-SLR-Kameras mit einer Farbtiefe von 4:2:0 zu ersetzen.

Format	AVID DNxHD 36	AVID DNxHD 120	AVID DNxHD(x) 185	DVCPRO HD	HDCAM	HDCAM SR
Farbtiefe	8-bit	8-bit	8 and 10-bit	8-bit	8-bit	10-bit
Farb- unterabtas- tung	4:2:2	4:2:2	4:2:2	1280 Y samples 4:2:2	1440 Y samples 3:1:1	4:2:2
Bandbreite	36 Mb/sec	121 Mb/sec	184 Mb/sec	100 Mb/sec	135 Mb/sec	440 Mb/sec
Auflösung/ Anzahl der Bilder	1080p/25	1080p/25	1080p/25	1080i/50	1080i/50	1080i/50

Tabelle 1: Gegenüberstellung der AVID DNxHD Enkodierungen zu anderen HD-Formaten<sup>39</sup>

Die BMCC verwendet den DNxHD 185 Codec. Mit dem PAL-Verfahren ergibt dies eine Datenrate von 184 Mbit/s und einer 10 Bit Farbtiefe bei einer Auflösung von 1080p/25.

Es stehen zwei Optionen für die komprimierte Aufzeichnung via DNxHD zur Verfügung. Im Kameramenü wird diese Einstellung unter „Dynamic Range“<sup>40</sup> vorgenommen. Die Einstellung „Film“ nimmt einen logarithmischen Dynamikbereich auf und wirkt wie eine verstärkte Kombination aus Black-Stretch sowie einer Knee-Funktion, welche von diversen Broadcast-Kameras bekannt sind. Der Kurvenverlauf der Kamerakennlinie des LOG- oder Filmmodus der BMCC verläuft S-förmig und wirkt, durch die Anhebung der fast schwarzen und Absenkung der nahezu weißen Bildpartien, vorerst kontrastarm. Verwendung fanden solche LOG-Kurven bisher durch digitale Filmkameras wie die ARRI Alexa mit dem LOG-C oder Sony's PMW F3 mit dem LOG-S Aufnahmemodus, welche einen enormen Preisunterschied zur BMCC darstellen. Im Postprozess lässt dieser Modus mehr Raum für Belichtungs-, Farb- und Kontrastkorrekturen. Dabei ist zu beachten, dass der Weißabgleich, der ISO-Wert und die Blende mit 10 Bit Quantisierung in eine Auflösung von 1920x1080 Bildpunkten aufgezeichnet werden. Einen Ände-

<sup>39</sup> Vgl. Avid Technology, <http://www.avid.com/static/resources/documents/solutions/DNxHD.pdf>, Stand: 09.05.2013

<sup>40</sup> dynamic range deutsche Übersetzung Dynamikbereich

nungsspielraum wie es der RAW-Datenstrom ermöglicht, ist mit dem LOG-Modus in Verbindung mit dem DNxHD-Codec, nicht möglich.

Die Einstellung „Video“ nimmt einen nahezu linearen Dynamikbereich auf. Dieser entspricht im Farbraum und Gamma dem ITU-Standard Rec709.<sup>41</sup> Das Bild wird mit einem ausgeglichenen Kontrast und Farben aufgezeichnet, jedoch wird damit der Dynamikbereich verkleinert. Der Vorteil besteht in der direkten Weiterverarbeitung des Videomaterials, da keine zeitaufwendige Farbkorrektur benötigt wird.

## 2.4.2 ProRes

Als zweite Option für die komprimierte Videoaufzeichnung entschied sich Blackmagic Design ebenfalls für einen offenen und vom ITU unterstützten Intraframe-Videocodec. In einen MOV-Container schreibt die BMCC Apple ProRes 422 (HQ). Das Material hat ein 4:2:2 Farbunterabtastung, in 10 Bit, mit einer 1920x1080 Auflösung, bei einem Datenstrom von 184 Mbit/s. Das Signal ist von der Abbildungsqualität äquivalent zur DNxHD Variante, mit dem Unterschied, dass Apple Schnittsysteme wie Final Cut nativ, also ohne Transkodierung, mit dem Videomaterial umgehen können.

Format	ProRes 422 (Proxy)	ProRes 422 (LT)	ProRes 422	ProRes 422 (HQ)	ProRes 4444 (exvl. alpha)
Farbtiefe	10-bit	10-bit	10-bit	10-bit	12-bit
Farbunterabtastung	4:2:2	4:2:2	4:2:2	4:2:2	4:4:4:4
Bandbreite	38 Mb/sec	85 Mb/sec	122 Mb/sec	184 Mb/sec	275 Mb/sec
Auflösung/ Anzahl der Bilder	1080p/25	1080p/25	1080p/25	1080p/25	1080p/25

Tabelle 2: Übersicht der ProRes Datenraten<sup>42</sup>

Auch ProRes erlaubt eine Aufzeichnung im „Film“- oder „Video“-Modus und lässt somit die Option auf den gesamten oder einen Teil des Dynamikbereiches offen.

<sup>41</sup> Vgl. Blackmagic, 2013: S. 13

<sup>42</sup> Vgl. Apple Inc., 2012, [http://images.apple.com/finalcutpro/docs/Apple\\_ProRes\\_White\\_Paper\\_October\\_2012.pdf](http://images.apple.com/finalcutpro/docs/Apple_ProRes_White_Paper_October_2012.pdf), Stand: 12.05.2013

### 2.4.3 RAW

RAW kommt aus dem Englischen und bedeutet übersetzt „roh“. Der Begriff wird verwendet, da die über den Sensor aufgenommenen Bildinformationen meist lediglich als Luminanzwerte im Datenstrom aufgenommen werden. Alle weiteren Bildinformationen werden im Gegensatz zu komprimierteren Codecs wie Apple ProRes oder DNxHD als Metadaten gespeichert. Dabei ist zu beachten, dass jeder Kamerahersteller einen eigenen Algorithmus zur Abspeicherung der RAW-Daten verwendet und RAW demnach nur als Überbegriff zu verstehen ist. Die Farbinformationen werden bei der BMCC durch ein für CMOS Sensoren übliches Bayern-Pattern erzeugt. Diese Farbfiltermatrix liegt über dem Sensor und besteht pro Einheit aus zwei Teilen grün, einem Teil blau und einem Teil rot. Dieses Verhältnis beruht auf den sensibleren grün-sensitiven Rezeptoren unseres Auges.

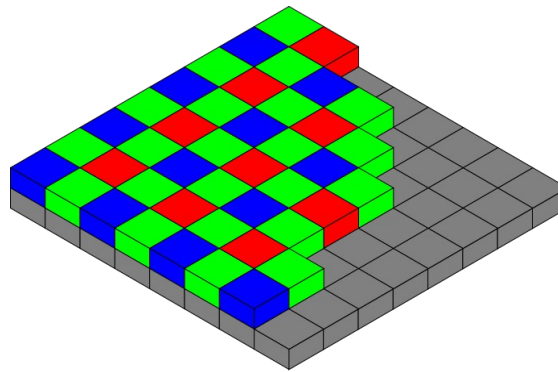


Abbildung 4: Bayer-Pattern<sup>43</sup>

Blau sowie rot werden vom Auge weniger intensiv wahrgenommen. Jedes Pixel des Bayern-Pattern reagiert je nach Helligkeit entweder auf grün, blau oder rot und misst so den Lichtanteil der jeweiligen Farbe. Die Bayer-Interpolation ermöglicht beim konvertieren in ein RGB Bild das Anpassen des Weißabgleiches, der Kontraste, Farbsättigung oder Schärfe.<sup>44</sup>

Anders als bei RAW-fähigen digitalen Filmkameras wie der RED Scarlet, ARRI Alexa oder Canon C500, welche jeweils proprietäre RAW Formate wie REDCODE RAW, ARRIRAW oder Canon RAW verwenden, bindet Blackmagic Design in die BMCC ein offenes RAW Format in Form von Einzelbildsequenzen als CinemaDNG<sup>45</sup> ein.

<sup>43</sup> Vgl. Wikimedia Foundation, Inc.,

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Bayer\\_pattern\\_on\\_sensor.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Bayer_pattern_on_sensor.svg) , Stand:15.05.2013

<sup>44</sup> Vgl. Schmidt, 2009: S. 379

<sup>45</sup> CinemaDNG - Cinema Digital Negative

CinemaDNG wurde 2009 durch die Firma Adobe ins Leben gerufen und ist ein Standard zur Speicherung von Videorohdaten. DNG, TIFF, XMP oder MXF können Container für den Datenstrom sein.<sup>46</sup> Neben Blackmagic Design verwenden weitere Kamerahersteller wie Ikonoskop, Indecam oder Digital Bolex den offenen Standard zur Aufzeichnung von RAW-Daten.

## 2.5 Sensor

Der Sensor der BMCC ist in der Größe dem analogen Super16 Filmformat nachempfunden. Diese Bildwandlergröße wird meist dem MFT-Mount zugewiesen. Im Entstehungsprozess der Kamera wurde jedoch zuerst ein EF-Modell vorgesehen, um den stark gewachsenen Independent-Filmbereich eine Alternative zur HD-SLR-Technik zu bieten. Dadurch entstand der Vorteil einer Weiterverwendung des einmal erworbenen Objektivsets und ein einfacher Wechsel zur BMCC.

15,81 mm x 8,88 mm misst der CMOS Sensor bei einer Auflösung von 2432 x 1366 aktiven Bildpunkten. Mit einer 2,5K RAW-Aufzeichnung wirbt Blackmagic Design. Der Bildwandler soll einen Dynamikbereich von 13 Blendenstufen abbilden können.<sup>47</sup> Ob dieser theoretische Wert auch erreicht wird, zeigt der Test zum Dynamikumfang unter 3.2.1.

Der Größenunterschied zwischen einem Vollformat- und dem BMCC-Sensor wird bei der Wahl einer EF-Optik interessant. Diese sind zum Abdecken eines Vollformatsensors, wie er beispielsweise in der 5DMII verbaut ist, konzipiert. Die Optik erzeugt aufgrund der kleineren Bildfeldgröße des BMCC-Sensors einen kleineren Bildwinkel. Dementsprechend entsteht eine äquivalent größere Brennweite mit EF-Objektiven. Über die jeweilige Sensordiagonale wird deutlich, welche Bildwinkeldifferenz sich durch die Sensorunterschiede ergibt und wie die Brennweite dazu korrespondiert.

$$\text{Sensordiagonale} = \sqrt{\text{Breite des Sensors}^2 + \text{Länge des Sensors}^2} \quad (2.5-1)$$

Die Sensordiagonale beträgt bei der BMCC 18,13 mm in Vergleich zum Vollformat mit 43,3 mm.

Die Grenzen des deutlichen Gesichtsfeldes des Menschen kommt dem Bildwinkel einer Normalbrennweite gleich.<sup>48</sup> Damit entsteht beispielsweise für die 5DMII unter Ver-

<sup>46</sup> Vgl. Adobe Systems Inc., 2009, [http://download.macromedia.com/pub/labs/cinemadng/cinemadng\\_p1\\_spec\\_091009.pdf](http://download.macromedia.com/pub/labs/cinemadng/cinemadng_p1_spec_091009.pdf), Stand: 15.05.2013

<sup>47</sup> Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2012, <http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/tech-specs/>, Stand: 02.05.2013

<sup>48</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S. 71

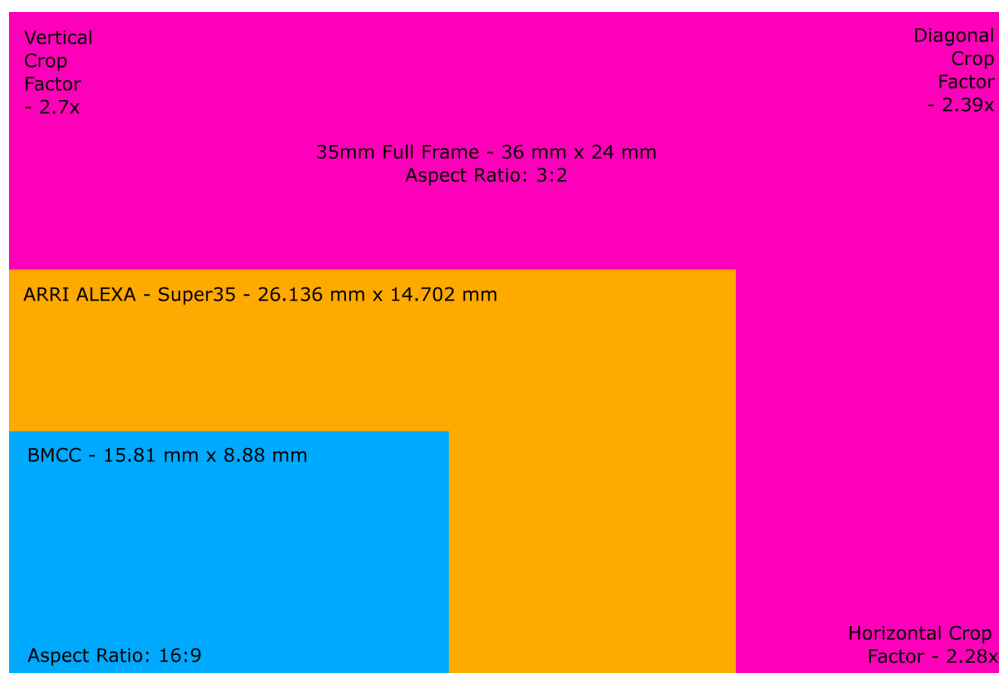
wendung einer Normalbrennweite von 50 mm ein diagonaler Bildwinkel von 46,8°. Dieser Winkel entspricht in etwa dem deutlichen Sehfeld von 45°. <sup>49</sup>

$$\text{diagonaler Bildwinkel} = 2 \arctan\left(\frac{\text{Sensordiagonale}}{(2 * 50 \text{ mm Brennweite})}\right) \quad (2.5-2)$$

Die gleiche Optik ergibt an der BMCC dementsprechend einen Bildwinkel von gerade einmal 20,5°. Will man die äquivalente Normalbrennweite für die Bildfeldgröße der BMCC bestimmen, bezieht man sich auf den für das Vollformat errechneten Bildwinkel.

$$\text{Normalbrennweite} = \frac{18,13}{(2 * \tan(\frac{46,8}{2}))} \quad (2.5-3)$$

Die äquivalente Normalbrennweite des BMCC-Sensors ergibt etwa 22 mm. Setzt man die errechneten Brennweiten in ein Verhältnis, beziehungsweise dividiert sie miteinander, entsteht der in diesem Beispiel diagonale Formatfaktor von etwa 2,4, der auch als Crop-Faktor bezeichnet wird. Der Crop-Faktor<sup>50</sup> beschreibt eine Beschneidung oder Verkleinerung der Bildfeldgröße und der daraus resultierenden Ausschnittsvergrößerung.



Copyright © Sareesh Sudhakaran 2012

Abbildung 5: Größenvergleich des BMCC-Sensors mit dem ARRI Alexa S35 und dem 5DIII Vollformatsensor unter Berücksichtigung der jeweiligen Crop-Faktoren <sup>51</sup>

<sup>49</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S. 280

<sup>50</sup> crop engl. to crop deutsche Übersetzung Beschneiden

<sup>51</sup> Sudhakaran, 2013, S. 20

Wie in der Abbildung 5 nachzuvollziehen, ergibt sich je nach Bezug auf Höhe, Breite oder Diagonale der Sensoren ein anderer Formatfaktor. Das Bildseitenverhältnis des Vollformatsensors beträgt 3:2. Im Filmmodus wird das Bild der 5DMII durch eine Skalierung auf ein Verhältnis von 16:9 gebracht. Da die Sensorbreite sowohl beim Vollformat als auch beim BMCC-Sensor komplett und ohne Skalierung in Verwendung ist, wird der Crop-Faktor in der Horizontalen für Vergleichszwecke am meisten durch die Fachwelt genutzt. Eine EF-Optik erzeugt in Verbindung mit dem BMCC-Sensor einen Crop-Faktor in der Horizontalen von etwa 2,3. Demzufolge ergibt vergleichsweise eine EF- beziehungsweise Vollformatoptik mit 35 mm von Canon durch den horizontalen Crop-Faktor an der BMCC ein äquivalente Brennweite von 79,8 also etwa 80 mm.

Der vergleichsweise kleine Sensor in Verbindung mit dem EF-Mount ermöglicht es enorme Telebrennweiten zu erzielen. Ein Canon EF 300 mm Objektiv bildet in Verbindung mit der BMCC ein Brennweitenäquivalent von etwa 684 mm ab.

Jedoch wird es aufgrund des Crop-Faktors schwieriger, mit der BMCC weitwinklige Aufnahmen zu erhalten. Da ein EF-Objektiv mit 18 mm Weitwinkel in Verbindung mit dem BMCC-Sensor etwa 41 mm eines gleichwertigen Vollformatbildes entspricht, müssen sehr geringe Brennweiten für weitwinklige Einstellungen gewählt werden.

Neben dem Bildwinkel verändert sich auch der Bildeindruck durch die verminderte Schärfentiefe des kleineren Sensors der BMCC im Vergleich zum Schärfeeindruck eines Vollformatsensors.

Der MFT Standard ist auf eine Sensorbreite der Hälfte des Vollformates, nämlich 17,31 mm, ausgelegt. Das ergibt einen horizontalen Crop-Faktor von etwa 2. Verglichen mit der BMCC-Sensorbreite entsteht mit MFT Objektiven immer noch eine Differenz. Diese ist jedoch wesentlich kleiner als mit einem EF-Objektiv und somit vernachlässigbar.

## 2.6 Audio

Die BMCC besitzt ein internes Mono-Mikrofon. Professionelle Tonaufnahmen sind darüber nicht möglich. Das Mikrofon ist nicht vom Kameragehäuse abgeschirmt und überträgt somit alle Geräusche, die bei der Arbeit mit der Kamera entstehen. Um das Audiosignal abzuhören, besitzt die BMCC einen 3,5 mm Stereo Klinke-Kopfhörerausgang.

Als Audioeingang werden nicht die in der Broadcasttechnik standardisierten XLR-Eingänge verwendet, sondern zwei 6,35 mm Klinkenbuchsen. Der Vorteil für Blackmagic Design liegt in der kleineren Bauweise der Eingänge, diese lassen sich besser in das



sehr kompakte Kameragehäuses integrieren. Abgesehen von der Aufnahmequalität, an der sich durch Klinenstecker im Vergleich zu XLR nichts an den zwei Mono-Kanälen Linear PCM 24-bit mit 48Khz ändert, bietet der Klinkeneingang zwei Nachteile.

Klinkeneingänge liefern im Gegensatz zu XLR Anschlüssen keine Phantomspannung. Somit können zum Beispiel Kondensatormikrophone, welche auf diese Spannung angewiesen sind, nicht verwendet werden. Hier müssen BMCC-Nutzer entweder mit batteriebetriebenen Mikrofonen oder einem Klinke-XLR Adapter wie zum Beispiel der Wooden Camera A-Box oder dem juicedLink arbeiten.<sup>52</sup> Vor- und Nachteile des juicedLink werden im Punkt 4.1 erläutert.<sup>53</sup>

Im Kameramenü kann eine manuelle Aussteuerung des Signals vorgenommen, beziehungsweise die einzelnen Kanäle belegt und das Eingangssignal als Line- oder Mikrofonsignal definiert werden. Eine automatische Aussteuerung des Pegels ist nicht möglich. Eine Aussteuerungsanzeige des Audiopegels im Live-View war in der vorhandenen Firmware 1.1 nicht integriert. Diese Funktion soll jedoch mit einer späteren Firmware nachgereicht werden. In der derzeit aktuellen Firmware 1.3 ist dieses Feature noch nicht zu finden.

## 2.7 Speichermedien

Für die Aufzeichnung eines RAW-Datenstroms benötigen diverse professionelle digitale Filmkameras, unter anderem auch die ARRI Alexa, externe Rekorder. Mit der kürzlich vorgestellten Alexa XT wird auch die interne RAW-Aufzeichnung möglich.<sup>54</sup> ARRI folgt damit dem Trend kompaktere RAW-fähige Kameras zu produzieren.

Das Speichern von 12 Bit RAW-Daten löst die BMCC via eines internen SSD-Rekorders. Damit schafft es Blackmagic Design neben Kameraherstellern wie RED, die wiederum mit eigenen proprietären Speichermedien wie die RED Digital Magazines<sup>55</sup> arbeiten, RAW-fähige Kameras mit einer sehr kompakten Bauform herzustellen. Der offene Standard erlaubt eine größere Auswahl an Speichermedien. Dafür zertifizierte Blackmagic Design SSD's der Hersteller von Crucial, Kingston oder SanDisk.<sup>56</sup> Hierdurch wird das Speichern von RAW-Daten für den Nutzer erschwinglicher, da der Preis

---

52 Vgl. Wooden Camera, Inc., 2013, <http://woodencamera.corecommerce.com/Blackmagic/New-Releases-BMC/A-Box-BMC.html>, Stand: 15.05.2013

53 Vgl. juicedLink, LLC, 2013, juicedLink BMC366, RA333 Riggy Assist <http://www.juicedlink.com/blackmagic-cinema-camera>, Stand: 13.07.2013

54 Vgl. Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG, 2013, [http://www.arri.de/camera/digital\\_cameras/cameras/camera\\_details.html?product=262&cHash=785adcb92118854eae6c617d96bb87c](http://www.arri.de/camera/digital_cameras/cameras/camera_details.html?product=262&cHash=785adcb92118854eae6c617d96bb87c), Stand: 20.06.2013

55 Vgl. Red.com, Inc., 2013, <http://www.red.com/store/products/redmag-ssd>, Stand: 15.05.2013

56 Vgl. BMCC Anleitung, S. 26

einer zertifizierten Crucial M4 SSD mit 512 GB derzeit etwa 370 € beträgt.<sup>57</sup> Im Gegensatz dazu kostet eine proprietäre 512 Gigabyte REDMAG SSD für die RED Epic aktuell etwa 3.000 €.<sup>58</sup>

Nicht alle SSD's besitzen die benötigte Geschwindigkeit zur Videodatenübertragung. Daher hat Blackmagic Design auf ihrer Website einen Disk Speed Test zur Verfügung gestellt, welcher durch das Simulieren eines Videodatenstroms die Übertragungsgeschwindigkeiten prüft.<sup>59</sup>

Des weiteren müssen SSD's für die BMCC HFS+ formatiert werden, um ein Abspeichern von längeren Videosequenzen in einen Clip zu ermöglichen. Derzeit erlaubt es die aktuelle Firmware 1.3 der BMCC nicht, SSD's zu formatieren oder einzelne Clips zu löschen. Jegliches Editieren ist nur via eines an die SSD gekoppelten PCs oder Macs möglich.

## 2.8 Stromspeisung

Die Entscheidung einen fest verbauten internen Lithium-Polymer-Akku in die BMCC zu integrieren, beschränkt den Einsatz ohne eine externe Akkulösung. Je nach Aufnahme- und Standby-Zeit liegt die theoretische Betriebsdauer zwischen 90 und 120 Minuten. Da die Ladungszeit ca. 120 Minuten beträgt, ist ein professioneller Einsatz der BMCC nur mit einer externen Akkuspeisung möglich. Laut Blackmagic Design soll der interne Akku eine „Hotswap-Option“ darstellen, welche einen Wechsel eines externen Akku's ermöglicht, ohne die Kamera herunterzufahren. Im Praxiseinsatz unter Punkt 4 erreichte die auf 100% geladene Kamera eine Akkulaufzeit von gerade einmal 60 Minuten.

Da der Akku eines der größten Verschleißelemente dieser Kamera darstellt, wird je nach Benutzung ein Austausch nach ein bis zwei Jahren nötig werden. Eine Kamera mit integriertem Akku hat ein klares mit Ablaufdatum. Ist die Batterie defekt, muss die Kamera zum nächstgelegenen Blackmagic Design Servicepoint eingeschickt werden. Zu den Kosten des Akkuwechsels gibt der Hersteller derzeit keine weitere Auskunft, außer dass sie von Land zu Land variieren.<sup>60</sup>

---

57 Vgl. Amazon.com, Inc., 2013, <http://www.amazon.de/Crucial-CT512M4SSD2-512GB-interne-Festplatte/dp/B004W2JL3Y>, Stand: 13.07.2013

58 Vgl. Red.com, Inc., 2013, <http://www.red.com/store/products/redmag-ssd>, Stand: 13.07.2013

59 Vgl. BMCC Anleitung, S. 24

60 Vgl. BMCC Anleitung, S. 50

Diverse Dritthersteller haben sich diesem Problem angenommen und bieten verschiedene Adapter an. Im Kapitel 4.1 wird näher auf einige Varianten eingegangen.

## 2.9 Mögliche Objektivvarianten

Die Eigenschaften eines Objektivsets bestimmen das Aussehen eines Films maßgeblich. Blackmagic Design möchte dem Nutzer die größtmögliche Freiheit bei der Wahl dieser Komponente lassen. Folgende grundlegende Unterschiede zwischen der BMCC mit EF und MFT Mount sind zu beachten:

Auf das EF-Bajonett lassen sich eine große Auswahl an Canon Objektiven arretieren, die alle für einen Filmdreh wichtigen Brennweiten abdecken. Natürlich sind auch EF-Objektive anderer Hersteller wie beispielsweise Sigma, Tokina oder Tamron nutzbar. Den elektronischen Autofokus, den ein Großteil dieser Objektive besitzen, kann die BMCC mit der aktuellen Firmware 1.3 nicht ansteuern. Blackmagic Design behält sich vor, dieses Feature eventuell in einem späteren Firmwareupdate zu integrieren.<sup>61</sup> Zoomoptiken wie das Canon EF 24-105 mm f/4,0 L IS USM besitzen einen integrierten Bildstabilisator und sind zum Beispiel für Dreharbeiten mit der Handkamera sehr verbreitet. Die Vollformatoptik von Canon ergibt bei 24 mm durch den horizontalen Cropfaktor von 2,3; eine Brennweite von etwa 55 mm an der BMCC. Brennweiten über diese Normalbrennweite hinaus, sind bei der Handkamerarbeit ohne Bildstabilisator schnell verwackelt.<sup>62</sup>

Neben Canon Linsen können auch Objektivserien wie die Compact Primes der Firma Zeiss, welche auch mit EF-Mount angeboten werden, an der BMCC genutzt werden.<sup>63</sup> Diese Filmoptiken sind Festbrennweiten und daher besonders lichtstark, werden aber komplett manuell eingestellt und besitzen keinen Bildstabilisator.

Aufgrund des in Kapitel 2.5 erläuterten Crop-Faktors ist die Auswahl an lichtstarken Weitwinkelobjektiven für den EF-Mount begrenzt. Eine Option in diesem Brennweitenbereich stellt das Tokina AF 11-16 mm f/2.8 dar. Diese, für den Canon APS-C Sensor konstruierte Optik, hat im Verhältnis zum BMCC-Sensor einen horizontalen Cropfaktor von 1,4. Trotzdem ist das Tokina AF 11-16 mm mit einer an der BMCC verlängerten Brennweite von gerundet 15 – 22 mm eine lichtstarke Weitwinkeloptik.

---

<sup>61</sup> Vgl. LAM, 2012, <http://forum.blackmagicdesign.com/viewtopic.php?f=2&t=135>, Stand: 17.05.2013

<sup>62</sup> Vgl. Traumflieger.de, [http://www.traumflieger.de/objektivtest/open\\_test/canon\\_24\\_105/overview.php](http://www.traumflieger.de/objektivtest/open_test/canon_24_105/overview.php), Stand: 18.05.2013

<sup>63</sup> Vgl. Carl Zeiss AG, 2010, [http://lenses.zeiss.com/camera-lenses/en\\_de/cine\\_lenses/compact\\_lenses/compact\\_prime\\_lenses.html](http://lenses.zeiss.com/camera-lenses/en_de/cine_lenses/compact_lenses/compact_prime_lenses.html), Stand: 18.05.2013

Für einen Superweitwinkel bietet sich das Walimex Pro 8 mm / 3,8 Fisheye II für den EF-Mount an. Diese Optik für den APS-C Sensor konstruiert, ergibt mit einem horizontalen Crop-Faktor von 1,4 gerundet eine 11 mm Optik auf der BMCC. Nachteilig ist jedoch die tonnenförmige Verzeichnung, welche in Abbildung 6 (links) gut erkennbar ist. Zum Vergleich wurde die 14 mm Vollformat Optik der Firma Walimex rechts daneben abgebildet. Aufgrund des vergrößerten horizontalen Crop-Faktors von 2,3 ergibt sich eine Brennweite von etwa 32 mm. Der Weitwinkel geht mit diesem Objektiv fast verloren, dafür weisen die Linien im Bild kaum Verzeichnungen auf.



Abbildung 6: Vergleich Walimex Pro 8 mm / 3,8 Fisheye II (links) und Walimex Pro 14 mm / 2,8 an der BMCC (rechts) <sup>64</sup>

Im Vergleich zur 5DMII, muss dementsprechend mit der BMCC besonderes Augenmerk auf weitwinklige Einstellungsgrößen gelegt werden. In der Abbildung 7 wird der unter Punkt 2.6 erläuterte Bildwinkelunterschied durch den Crop-Faktor verdeutlicht.

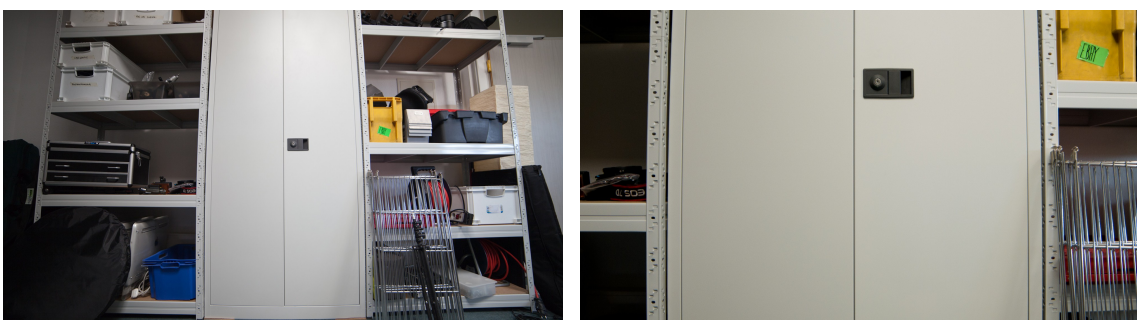


Abbildung 7: Walimex Pro 14 mm / 2,8 an der EOS 5D Mark II (links) und an der BMCC (rechts) <sup>65</sup>

64 Eigene Quelle

65 Eigene Quelle

Der Crop-Faktor bewirkt auch eine Verlängerung im Telebereich, sodass zum Beispiel eine Canon EF 200 mm f/2,8 L II USM Linse mit dem Faktor 2,3 multipliziert an der BMCC ein 460 mm Brennweiten-Äquivalent darstellt.

Für die passive MFT Variante der BMCC fallen viele Objektive mit elektronisch gesteuerter Blende weg. Unter anderem das in der Independent-Filmszene bekannte Panasonic Pancake Lumix G 20 mm mit Blende 1,7, welches durch die Brennweite und das sehr gute Preis-Leistungs-Verhältnis für die BMCC interessant wäre, kann nicht genutzt werden.<sup>66</sup>

Vollanalogue MFT Objektive, wie die Voigtländer Nokton Reihe oder die SLR Magic Hyper Primes, sind extrem lichtstark. Das Voigtländer Nokton 17,5 mm hat eine maximal geöffnete Blende bei 0,95 und gibt dem Kameramann dementsprechend großen Spielraum beim Dreh mit vorhandenem Licht.<sup>67</sup>

Da der MFT Sensor mit einer Größe von 17,3 x 13,0 mm nur geringfügig größer als der BMCC Sensor mit 15,81 x 8,88 mm ist, liegt der horizontale Crop-Faktor mit etwa 0,9 in einem vernachlässigbaren Bereich.

Ein weiterer Vorteil der BMCC-MFT Variante ist die Möglichkeit Objektive mit anderen Fassungen wie C, Arriflex oder PL durch Adapterringe anzuschließen. Dies wird durch das geringe Auflagemaß des MFT Standards realisiert.

Aufgrund des langen Auflagemaßes der BMCC-EF Variante lassen sich an diese Kamera lediglich andere Fotoobjektive, wie zum Beispiel Optiken der Nikon D Reihe über einen Adapterring befestigen.<sup>68</sup>

---

66 Vgl. Cyberport GmbH, 2013, <http://www.cyberport.de/?DEEP=7805-104&APID=14> , Stand: 20.05.2013

67 Vgl. RINGFOTO GmbH & Co. ALFO Marketing KG, [http://www.voigtlaender.de/cms/voigtlaender/voigtlaender\\_cms.nsf/id/pa\\_fdih8rbe49.html](http://www.voigtlaender.de/cms/voigtlaender/voigtlaender_cms.nsf/id/pa_fdih8rbe49.html) , Stand: 20.05.2013

68 Vgl. Young, 2013: S. 33

## 3 BMCC Kamerateat

Verschiedene Testszenarien sollen die in den vorhergehenden Kapiteln erläuterten Eigenschaften der Kamera vergleichbarer machen. Da die BMCC als Konkurrenzprodukt zur 5DMII unter anderem die Independent-Filmszene für sich gewinnen soll, wurden diverse Testcharts unter gleichen Bedingungen aufgezeichnet und im Anschluss ausgewertet. Eine umfangreiche Dokumentation gibt die Möglichkeit, die einzelnen Messungen zu wiederholen oder fortzuführen. In diesem Versuch wurde neben der BMCC auf die 5DMII zurückgegriffen, da diese zum Testzeitpunkt zur Verfügung stand. Canon hat am 02.03.2012 die Canon EOS 5D Mark III angekündigt.<sup>69</sup> Diese besitzt gegenüber dem Vorgängermodell eine verbesserte Videofunktion.

Das RAW-Signal der BMCC wird anschließend im Abschnitt 3.2.7 mit dem RAW-Daten der als Referenz dienenden ARRI Alexa Plus verglichen. Dazu wurden wiederum beide Kameras unter gleichen Testbedingungen auf ein Objekt vor einen Bluescreen ausgerichtet und eine Aufnahme gemacht, welche im Anschluss ausgewertet wurde.

### 3.1 Testaufbau

Für das Versuchsumfeld stand in Kooperation mit der HFF Berlin ein Studio zur Verfügung, dieses konnte im Rahmen einer HFF Kurzfilmproduktion parallel genutzt werden. Am 27.03.2013 fand der Kamerateat im Anschluss des Drehtages statt.

Grundlage des Versuchs waren von der HFF bereitgestellte reflektierende Kamerateattafeln der Firma Esser. Auf der Basis der EBU Tech 3281 wurde ein Testumfeld wie in Abbildung 8 geschaffen.

---

<sup>69</sup> Vgl. Canon Inc., 2013, [http://www.canon.de/About\\_Us/Press\\_Centre/Press\\_Releases/Consumer\\_News/Cameras\\_Accessories/Canon\\_unleashes\\_the\\_EOS\\_5D\\_Mark\\_III.aspx](http://www.canon.de/About_Us/Press_Centre/Press_Releases/Consumer_News/Cameras_Accessories/Canon_unleashes_the_EOS_5D_Mark_III.aspx), Stand: 10.05.2013

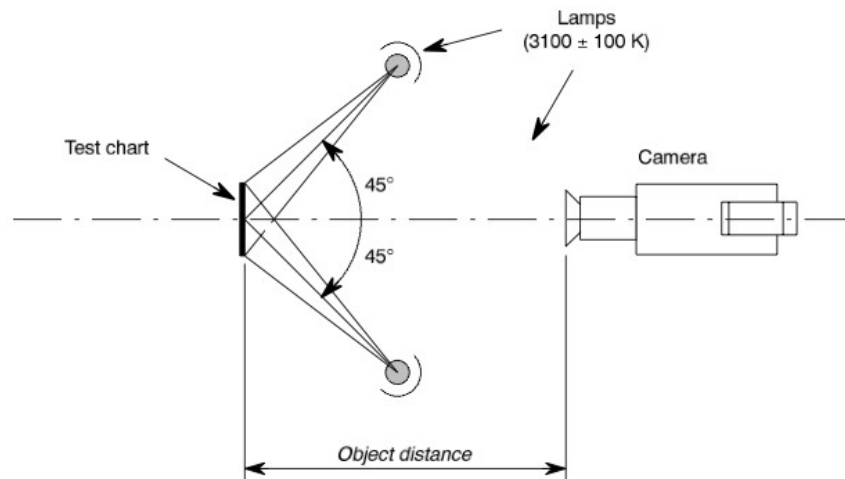


Abbildung 8: Ausrichtung der Lichtquellen mit reflektierenden Testcharts<sup>70</sup>

Die Tafel befanden sich auf einer Achse zentral vor der Kamera. Um Verzerrungen durch die Objektive zu vermeiden, die zu Verfälschungen der Messergebnisse führen können, wurden die Tafeln mindestens mit einer Normalbrennweite von 50 mm bildfüllend eingerichtet. Die Testaufzeichnungen wurden mit mindestens einer mittleren Blende von 5,6 getätigt. Eine Ausnahme bildeten der Test zum Dynamikumfang unter Punkt 3.2.1 und der „Low-Light-Test“, der im Kapitel 3.2 näher erläutert wird. Die zur Verfügung stehenden Lampen Dedolight 400D lieferten jeweils im 45 Grad Winkel links und rechts zur Kameraachse eine gleichmäßige Ausleuchtung der Testtafel auf 2000 Lux mit einer Farbtemperatur von 6000 Kelvin. Die Lampen waren nicht gedimmt, um eine Verfälschung der Farbtemperatur zu vermeiden. Ferner kamen keine Farbfolien vor den Lampen zum Einsatz. Die reflektierenden Testcharts wurden vor einer Wand aus Mollton aufgenommen, um ungewollte Reflexionen in der Testumgebung zu unterbinden.

Die Kameras wurden beide abwechselnd auf ein Stativ gestellt, um die gleiche Schussrichtung zu garantieren. Das Signal der 5DMII wurde über den Kamera-HDMI-Ausgang an einen TvLogic LVM-074W Monitor geschickt. Um eine Beurteilung per Waveform und Vektorskop zu ermöglichen, wurde das Signal über SDI an einen Leader LV5380 Monitor durchgeschliffen. Die BMCC wurde direkt an den Leader Monitor via HD-SDI angeschlossen.

Teile der Testergebnisse können nur bedingt anschaulich im Rahmen der gedruckten Bachelorarbeit abgebildet werden. Daher befinden sich alle Ergebnisse des Experi-

<sup>70</sup> Vgl. EBU, 1995: S. 6

ments sowie die getätigten Aufzeichnungen auf einer der Arbeit beiliegenden DVD unter Anlagen 2.



Abbildung 9: Testaufbau mit der 5D Mark II vor der reflektierenden Testtafel TE 158 A<sup>71</sup>

### 3.1.1 Setup der BMCC

Für die Testaufnahmen wurde die BMCC mit einer 64 Gigabyte SSD bestückt. Die Aufnahmen wurden mit einer Auflösung von 1080 Zeilen bei 25 Vollbildern und einem Verschlusswinkel von 180° getätigt: Dies kommt einer Verschlusszeit von 1/50 Sekunde gleich. Das Aufnahmeformat wurde auf den Apple ProRes 4:2:2 10 Bit Codec eingestellt und somit das Videosignal im MOV Container aufgezeichnet. Als Dynamikbereich wurde an der BMCC „Video“ ausgewählt. Diese Einstellung entspricht einer Gamma-Kurve des REC709 Standards.<sup>72</sup> Das Kontrastverhalten der BMCC ähnelt mit dieser Einstellung mehr der 5DMII und lässt einen besseren Vergleich zu. Der Weißabgleich der Kamera wurde auf 5600 Kelvin gestellt, da mit der aktuellen Firmware keine genauere Abstufung möglich ist. Somit konnte die Kamera nur annähernd auf die Farbtemperatur der Testchart-Beleuchtung abgeglichen werden.

Weitere kamerainterne Attribute der Bildeinstellungen wie Schwarzpegel, Kniepunkt oder ein Nachschärfen während der Aufzeichnung sind mit der BMCC nicht möglich.

---

<sup>71</sup> Eigene Quelle

<sup>72</sup> Vgl. Young, 2013: S. 18



Als Objektiv wurde die Vollformatoptik Canon EF 24-70 mm f/2,8 L USM gewählt, da diese eine Auflösung über die Mindestanforderung von 1125 Zeilen eines HD-Signals in allen Brennweitenbereichen erfüllt. Somit lässt sich die Auflösungsgrenze der Kamera bestimmen.<sup>73</sup>

### 3.1.2 Setup der 5DMII

Die 5DMII zeichnete das Videosignal mit 1080/25p auf eine CF-Karte auf. Die Verschlusszeit der Kamera wurde durch den Shutter auf 1/50 Sekunde eingestellt. Der Weißabgleich wurde mit den 6000 Kelvin auf die Farbtemperatur der Testumgebung angeglichen. Das Signal wird mit dem H264 Codec bei einer 8 Bit Quantisierung und einer Farbunterabtastung von 4:2:0 ebenfalls im MOV Container gespeichert.

Der Picture Style der 5DMII erlaubt Veränderungen an der Schärfe, Kontrast, Farbsättigung oder Farbton. Diese Attribute arbeitet die Kamera während der Aufzeichnung in das Videosignal ein. Um eine neutrale Basis für das Experiment zu gewährleisten, wurden alle Werte auf 0 gesetzt.

Um Messfehler durch die Optik zu minimieren, wurde auch an der 5DMII das Canon EF 24-70 mm f/2,8 L USM während des Experiments eingesetzt.

## 3.2 Testablauf

Mit jedem Messvorgang wurde eine Testchart mit der jeweiligen Kamera wie folgt aufgenommen: Nacheinander wurden die Kameras immer wieder mit den in Punkt 3.1.1. und 3.1.2. beschriebenen Einstellungen auf dem gleichen Stativ befestigt. Die am Objektiv eingestellte 50 mm Normalbrennweite wurden durch den Cropfaktor von 2,3 der BMCC zu einem 115 mm Vollformat-Äquivalent. Mit der 5DMII wurde die maximale Brennweite von 70 mm während der Tests gewählt, um den Abstand der BMCC zur Testchart möglichst ähnlich zu halten. Der Abstand der Kameras zu den Testcharts wurde so gewählt, dass diese bildfüllend eingerichtet waren. Mittels der Schärfziehhilfen durch die digitale Vergrößerung der entsprechenden Kamerabilder wurde die Testchart bestmöglich fokussiert. Die angeschlossenen Messeinrichtung durch Waveform und Vektorskop erlaubten eine genau Bildkontrolle und das Anpassen bestimmter Parameter für die jeweilige Messung.

---

<sup>73</sup> Vgl. Traumflieger.de, [http://www.traumflieger.de/objektivtest/open\\_test/canon\\_24\\_70/overview.php](http://www.traumflieger.de/objektivtest/open_test/canon_24_70/overview.php), Stand: 12.05.2013

Danach wurde jede Testtafel mindestens 5 Sekunden mit der jeweiligen Kamera aufgezeichnet. Außerdem wurden die Ergebnisse der Waveform und des Vektorskop fotografiert. Alle Messergebnisse und Einstellungen an den Kameras sind während der Tests in einer Tabelle festgehalten worden, welche auf der DVD unter Anlage 1 dieser Bachelor-Thesis angehängt ist.

Im Anschluss an das Experiment, wurden die Messergebnisse zusammen mit den Aufnahmen der Kameras verglichen und daraus Erkenntnisse gewonnen. Diese werden in den nächsten Kapiteln neben den detaillierten Testbeschreibungen aufgeführt.

### 3.2.1 Dynamikumfang

Im Dynamikumfang unterscheiden sich die BMCC und die 5DMII in den theoretischen Werten enorm. Der Sensor der BMCC soll laut Hersteller mit dem Aufzeichnungsmodus RAW und der abgeflachten Gammakurve „Film“ bis zu 13 Blendenstufen liefern, was einem Kontrastverhältnis von etwa 8200:1 entspricht.<sup>74</sup> Da dieses Bild mit extrem flachen Kontrast aufgezeichnet wird, ist es nur schwer mit dem kontrastreichen Bild der 5DMII vergleichbar. Deswegen wurde die BMCC mit dem unter Punkt 3.1.1. beschriebenen Setup belassen. Die 5DMII hingegen hat einen theoretischen Dynamikumfang bei JPEG-Fotoaufnahmen von 8 und bei RAW-Fotoaufnahmen von etwa 10 Blenden.<sup>75</sup> Dies ergibt ein Kontrastverhältnis von 256:1 bis etwa 1000:1.<sup>76</sup> Diese theoretischen Werte sollen in diesem Versuch nachvollzogen werden.

Für das Experiment stand die Grautreppe TE108 A der Firma Esser zur Verfügung. Diese Testchart besitzt einen Kontrastumfang von 50:1 und ist unterteilt in 11 unterschiedlich reflektierende Graustufen.<sup>77</sup> Somit kann ein Kontrastumfang von 5 Blenden mittels der TE108 A ermittelt werden. Um den größeren Dynamikbereich der Kameras wiederzugeben, wurde die Grautreppe mit 4 verschiedenen Blendenstufen aufgezeichnet. Danach wurden die Graustufen mit gleicher Helligkeit verbunden und die restlichen Abstufungen summiert.<sup>78</sup>

---

74 Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2012, <http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/tech-specs>, Stand: 15.05.2013

75 Vgl. Traumflieger.de, [http://www.traumflieger.de/desktop/5Dmk2/EOS\\_5D\\_MarkII\\_im\\_Test\\_part2.php](http://www.traumflieger.de/desktop/5Dmk2/EOS_5D_MarkII_im_Test_part2.php), Stand: 15.05.2013

76 Vgl. Nierhoff, 2013: S. 57

77 Vgl. Esser Test Charts, [http://www.image-engineering.de/datasheets\\_manuals/testcharts/TE108\\_A\\_datasheet.pdf](http://www.image-engineering.de/datasheets_manuals/testcharts/TE108_A_datasheet.pdf), Stand: 15.05.2013

78 Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.175

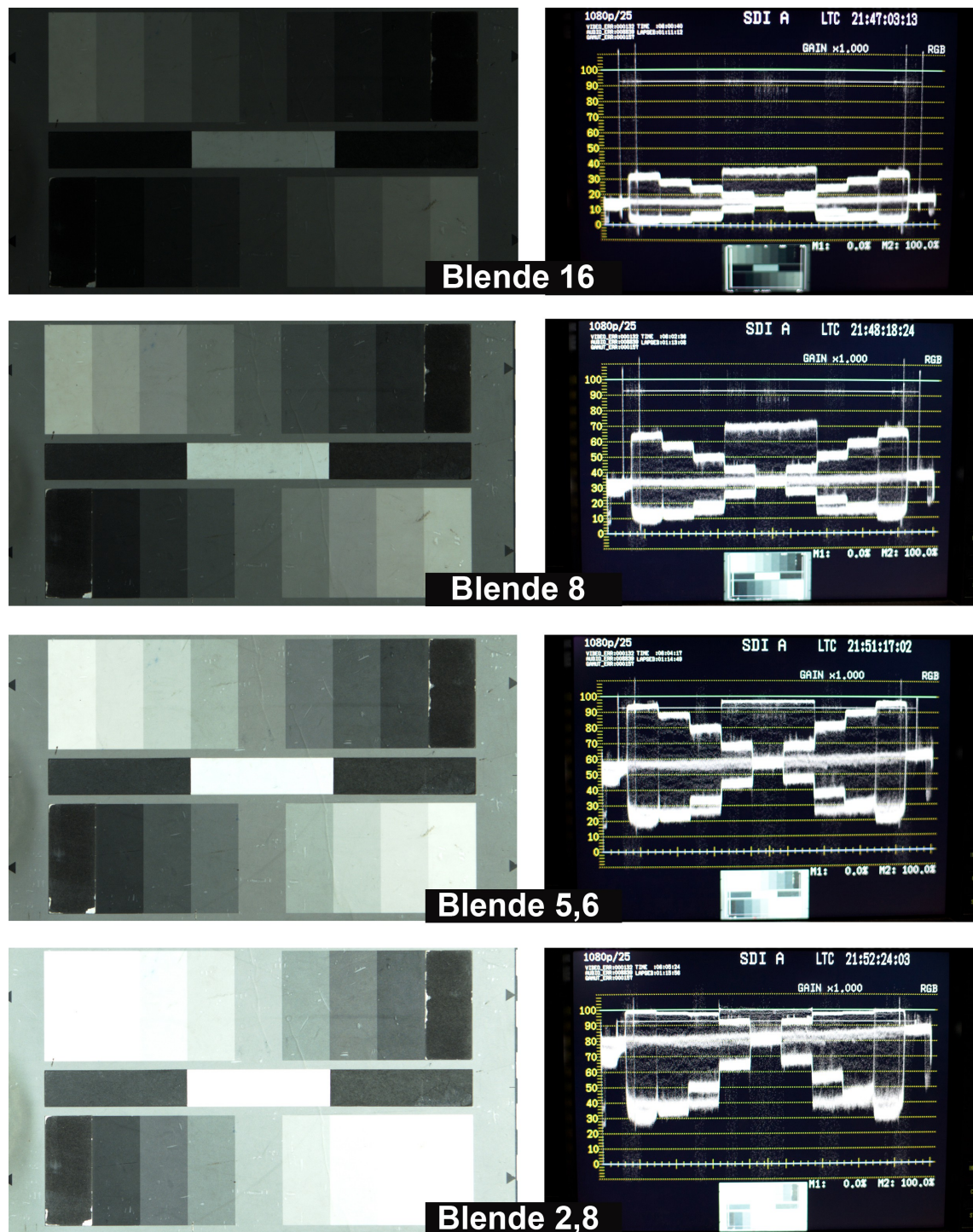


Abbildung 10: Aus den Videoaufnahmen der BMCC extrahierte Einzelbilder der vier verschiedenen Blendenstufen mit den dazugehörigen Waveformen<sup>79</sup>

Die Waveform der BMCC zeigt, dass die Kamera eine Signalbegrenzung integriert haben muss, da die Bildamplitude selbst bei offener Blende von 2,8, im Gegensatz zur 5DMII, nie die 100% Marke überschreitet.

<sup>79</sup> Eigene Quelle



Die 5DMII erzeugt bei maximal offener Blende eine Bildamplitude von etwa 105%.

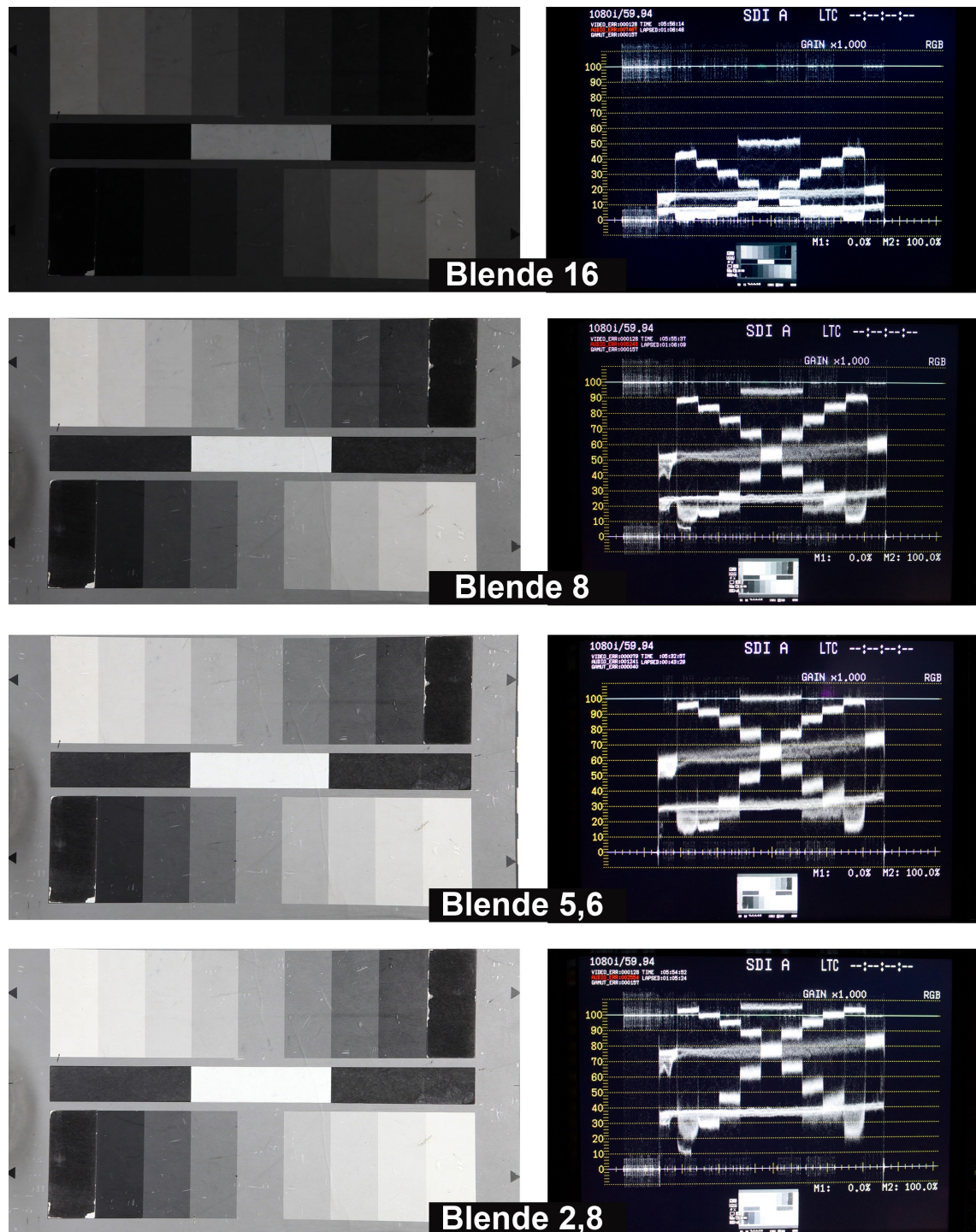


Abbildung 11: Aus den Videoaufnahmen der 5DII extrahierte Einzelbilder der vier verschiedenen Blendestufen mit den dazugehörigen Waveformen<sup>80</sup>

<sup>80</sup> Eigene Quelle

Um eine bessere Übersicht der einzelnen Lichtwerte zu erhalten, wurden die Waveformen je Kamera so aneinander gereiht, dass ähnliche Lichtwerte verknüpft werden können. Die roten Quadrate markieren die einzelnen Abstufungen.

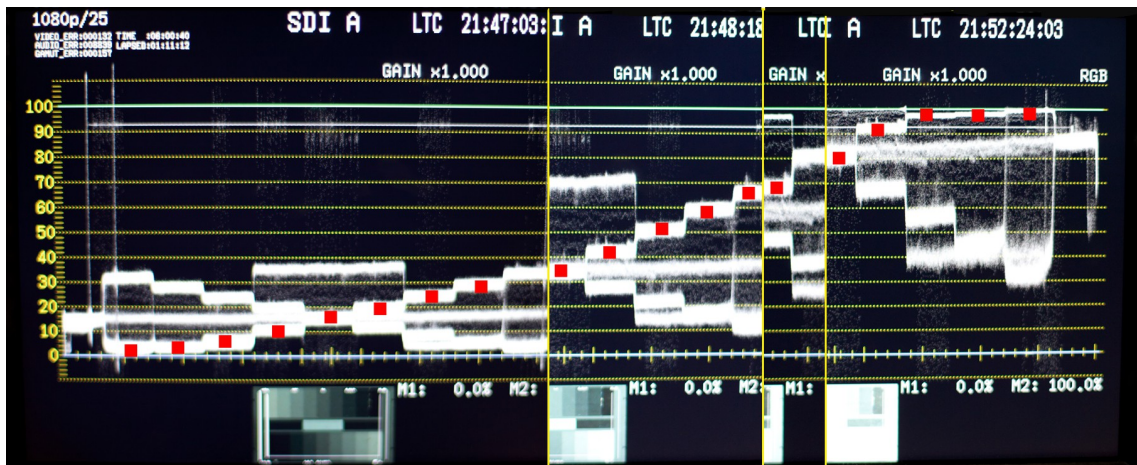


Abbildung 12: Summe der Waveform der einzelnen Blendenstufen gemessen mit der BMCC<sup>81</sup>

Mit der BMCC wurden 19 unterschiedliche Lichtwerte im Bildamplitudenbereich von 0 – 100% gemessen. Der Gesamtkontrastumfang lässt sich aus dem Kontrastumfang der Grautreppe und den vier verschiedenen Blenden, mit denen die Grautreppe aufgezeichnet wurde, ermitteln.<sup>82</sup> Der Kontrastumfang der BMCC betrug im Test 9,2 Blenden.

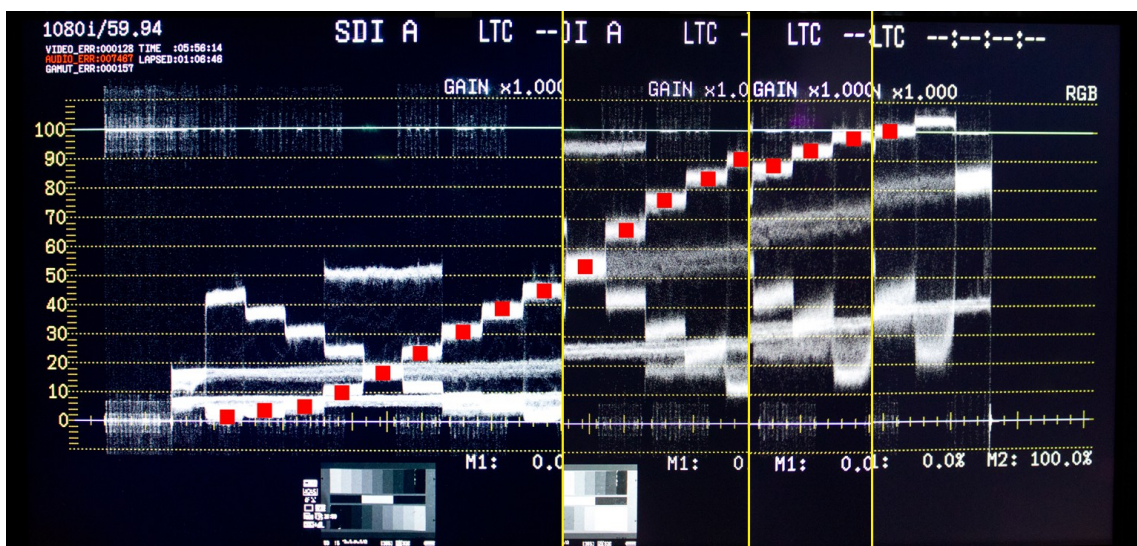


Abbildung 13: Summe der Waveform der einzelnen Blendenstufen gemessen mit der 5DMI<sup>83</sup>

<sup>81</sup> Eigene Quelle

<sup>82</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S. 175

<sup>83</sup> Eigene Quelle



Mit der 5DMII wurden im Versuch zum Dynamikumfang 18 verschiedene Lichtwerte gemessen. Demzufolge ergibt sich ein Gesamtkontrastumfang von 8,9 Blenden.

Die Messung hat einen knappen Vorteil im Kontrastverhalten der BMCC mit dem REC 709 Gamma ergeben. Es ist davon auszugehen, dass sich der Gesamtkontrastumfang durch die logarithmische Gammakurve „Film“ der BMCC vergrößert. Für einen zusätzlichen Kontrastgewinn sollte das Aufzeichnungsformat RAW ausgewählt werden. Ob die 13 Blenden Kontrastumfang unter diesen Bedingungen erreicht werden, könnte die Basis für weitere Forschungen sein.

Auch der Kontrastumfang der 5DMII lässt sich durch einen PictureStyle mit einer abgeflachteren Gammakurve erhöhen. Diese Methode wird zum Beispiel mit dem CineStyle, einem PictureProfile für die 5DMII, angewendet.<sup>84</sup> Wird die Belichtungsoptimierung in der Kamera angewählt kann diese den Kontrastumfang zusätzlich erhöhen.

Als Resultat der Messreihe ergibt sich ein höherer Dynamikumfang der BMCC gegenüber der 5DMII. Der Unterschied kann durch das RAW-Aufzeichnungsformat und einer abgeflachteren Gammakurve noch vergrößert werden.

### 3.2.2 Auflösungsvermögen

Das Auflösungsvermögen beschreibt die Darstellbarkeit von zwei räumlich getrennten Linien oder Punkten, die gerade noch erkennbar getrennt wiedergegeben werden können.<sup>85</sup>

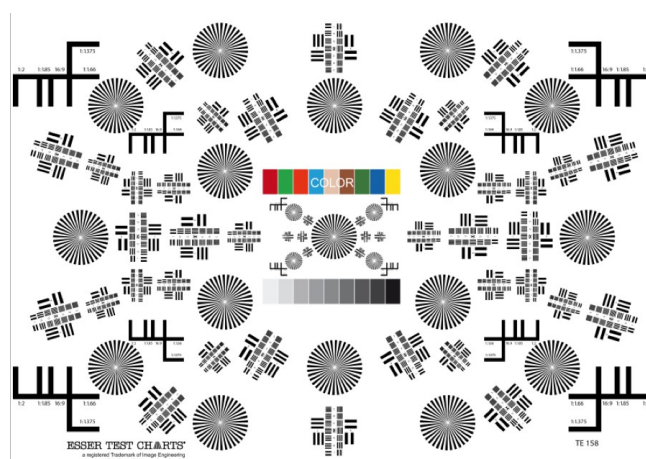


Abbildung 14: Reflektierende Testtafel TE158 der Firma Esser<sup>86</sup>

<sup>84</sup> Vgl. Technicolor Creative Services USA, Inc., 2012, <https://www.technicolorcinestyle.com/download/>, Stand: 18.05.2013

<sup>85</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.40

<sup>86</sup> Vgl. Esser Test Charts, [http://image-engineering.de/datasheets\\_manuals/testcharts/TE158\\_A\\_datasheet.pdf](http://image-engineering.de/datasheets_manuals/testcharts/TE158_A_datasheet.pdf), Stand: 18.05.2013

Die Testtafel TE158 A der Firma Esser wurde angefertigt um das Bild von diversen Filmkameras zu evaluieren. Neben 35 mm und S16 gibt es auch ein 16:9 Framing für HDTV. Die 9 Testfarben sowie die Grautreppen sind für das Auflösungsvermögen nicht von Belang. Durch die Siemenssterne und die Linienpaare pro Millimeter der integrierten Testtafel TE142, welche in drei verschiedenen Größen aufgedruckt sind, lassen sich jedoch Aussagen zur Auflösung treffen. Die Anzahl der horizontalen und vertikalen Linienpaare pro Millimeter können im Datenblatt der TE158 A nachvollzogen werden. Sie verdoppeln sich aller zwei Felder und werden dementsprechend vom Feld K zu Feld C immer feiner.<sup>87</sup>

Die BMCC wurde mittels Waveform auf Blende 14 bei ISO 400, die 5DMII auf Blende 10 bei ISO 400 eingestellt. Alle weiteren Einstellungen wurden wie im Punkt 3.1.1. und 3.1.2. erläutert belassen. Damit der Abstand zur Testtafel ungefähr dem der vorangegangenen Tests entspricht, wurde die mittlere Größe der TE142 bildfüllend in den Kameras eingerichtet.

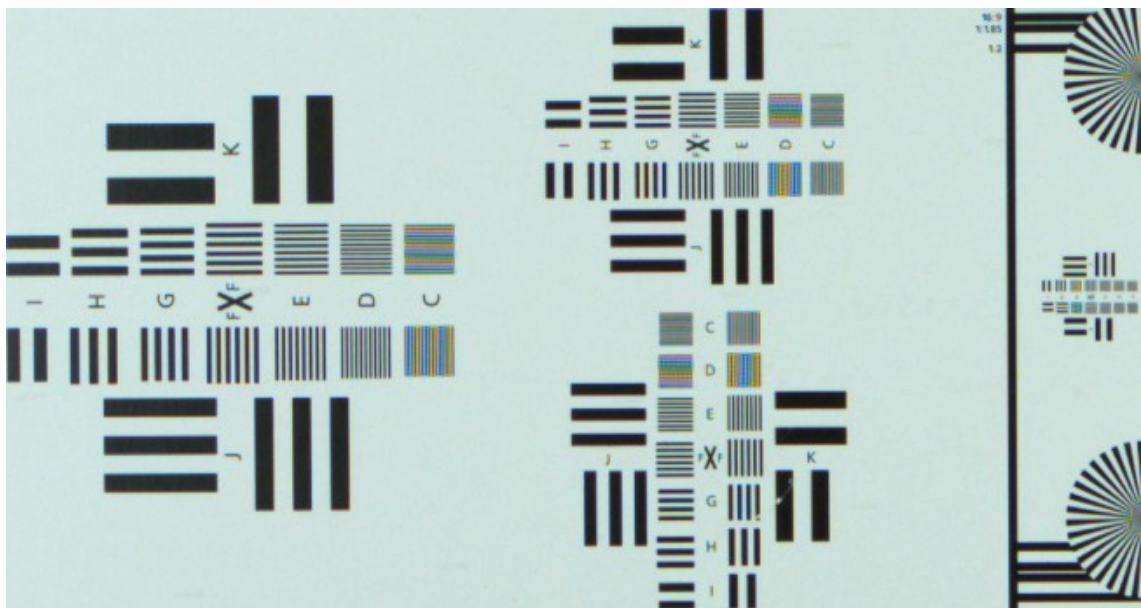


Abbildung 15: Auf 150% vergrößerter Ausschnitt der TE142 gemessen mit der BMCC<sup>88</sup>

Um so mehr Linienpaare auf einen Millimeter unterschieden werden können, um so größer ist das Auflösungsvermögen des Bildwandlers. Die Linienpaare im Feld F des mittleren Liniensystems lassen sich noch sowohl vertikal als auch horizontal voneinander visuell trennen. Ab dem Feld E ist durch ein stärker werdendes Farbmoiré die Tren-

<sup>87</sup> Vgl. Esser Test Charts, [http://image-engineering.de/datasheets\\_manuals/testcharts/TE158\\_A\\_datasheet.pdf](http://image-engineering.de/datasheets_manuals/testcharts/TE158_A_datasheet.pdf), Stand: 18.05.2013

<sup>88</sup> Eigene Quelle

nung der Linien nicht mehr gegeben. Laut dem Datenblatt der TE142 löst die BMCC unter Berücksichtigung der Sensorgröße somit 43 Lp/mm auf.

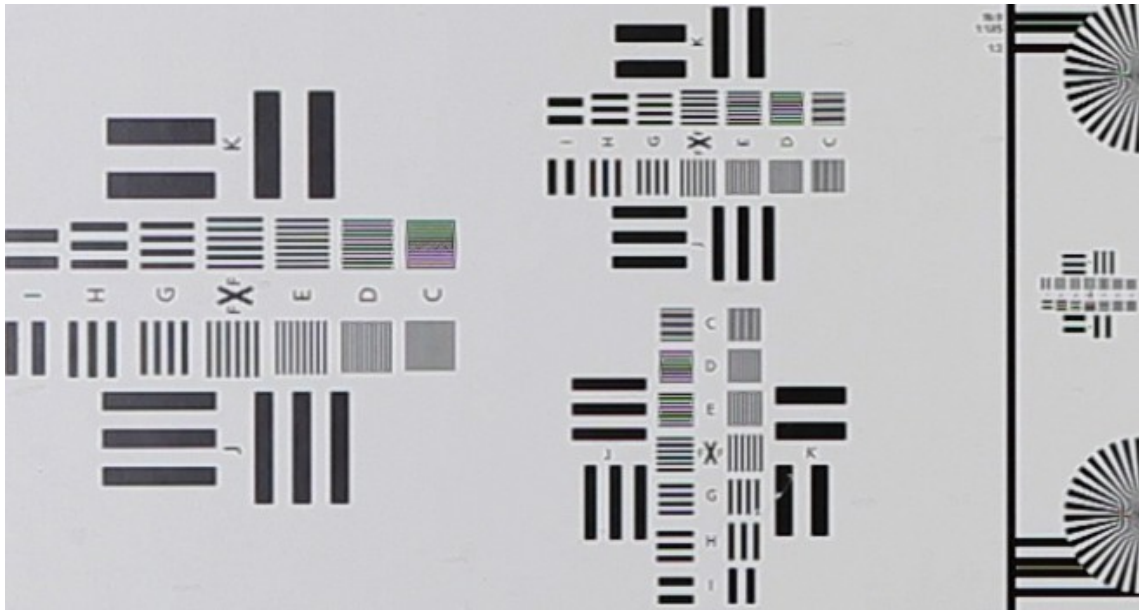


Abbildung 16: Auf 150% vergrößerter Ausschnitt der TE142 gemessen mit der 5DMII<sup>89</sup>

In der Abbildung 16 ist nachzuvollziehen, dass im rechten kleinsten Liniensystem das Feld J das Auflösungsmaximum der Kamera darstellt. Somit werden durch die 5DMII etwa 19 Lp/mm wiedergegeben. Vergleicht man die Auflösung des C Feldes des linken Liniensystems, wird ersichtlich, dass die vertikale Linienfrequenz nur noch als homogene Graufäche dargestellt wird, währenddessen die horizontalen Linienpaare trotz Moirè auszumachen sind. Eine Erklärung dafür wird unter Punkt 3.2.3 gesucht.

Mittels der visuell gemessenen Linienpaare pro mm lassen sich unter Einbeziehung der Sensorhöhe die tatsächlich abgebildeten Linienpaare mit folgender Formel errechnen:

$$\text{Linienpaare pro mm} * \text{Höhe des Sensors} = \text{abgebildete Linienpaare} \quad (3.2-1)$$

Die Sensorhöhe der BMCC beträgt 8,88 mm und entspricht in etwa dem Super16 Filmformat. Sie löst dementsprechend etwa 382 Linienpaare auf. Dies entspricht eine Zeilenauflösung von etwa 764 Linien. Die im Filmmodus genutzte Sensorhöhe der 5DMII liegt bei 20,3 mm. Somit können durch den Sensor etwa 386 Linienpaare aufgelöst

89 Eigene Quelle



werden. Daraus lässt sich, durch eine Verdopplung der Linienpaare, eine Zeilenauflösung von etwa 771 Linien berechnen.

Die Grenzfrequenz ist eine andere Beschreibungsart des Auflösungsvermögens eines Sensors. Je größer die Grenzfrequenz ist, die durch die Kamera wiedergegeben wird, um so größer ist das Auflösungsvermögen. Die maximale Videofrequenzbandbreite nach der HDTV-Norm für 1080p/50 liegt bei 60 MHz für ein Luminanzsignal.<sup>90</sup> Da die Anzahl der maximal auflösbaren Linien durch die Kamerasensoren ermittelt wurden, lässt sich die Grenzfrequenz durch folgende Formel errechnen:

$$\text{Grenzfrequenz} = \frac{\text{Anzahl der Linien}}{\text{aktive Zeilendauer} * 2} \quad (3.2-2)$$

Die aktive Zeilendauer bei HDTV für 1080p/25 liegt bei 25,86  $\mu\text{s}$ .<sup>91</sup> Für die BMCC errechnet sich eine Grenzfrequenz von 14,8 Mhz. Damit unterscheidet sich die 5DMII mit einer Grenzfrequenz von 14,9 Mhz kaum.

Das Auflösungsvermögen der getesteten Kameras ist trotz der Größenunterschiede des Sensors recht ebenbürtig. Die Wiedergabe der BMCC ist etwas schärfer. Dies führt jedoch auch schneller zu Alias-Effekten.

### 3.2.3 Alias-Effekt, Moirè und Rolling Shutter

Geometrische Alias-Effekte werden durch die Kamera aufgezeichnet, wenn die abgetasteten Frequenzen höher als die des Nyquisttheorems sind. Laut diesem Theorem muss das Abtastsignal gleich oder größer der doppelten Höchstfrequenz des Ursprungssignals sein.<sup>92</sup> Löst das Objektiv demnach Strukturen auf, deren Ortsfrequenzen über der Auflösungsgrenze des CMOS Sensors liegen, kann es zu solchen Alias-Effekten oder auch Aliasing kommen. Um diesen Qualitätsverlust im Bild zu umgehen, kann durch ein optisches Bauteil zwischen Objektiv und Sensor ein Tiefpassverhalten für ein sogenanntes Anti-Aliasing erzeugt werden.<sup>93</sup> Dadurch werden die kritischen Ortsfrequenzen gefiltert. Eine etwas weichere Schärfe im Bild könnte die Folge einer solchen Filterung sein.

---

90 Vgl. BET, 2012, <http://www.bet.de/Lexikon/Begriffe/Videofrequenzbandbreite.htm> , Stand:20.05.2013

91 Vgl. Schmidt, 2009: S. 44

92 Vgl. Poynton, 2003: S.47

93 Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.81

Weder die BMCC noch die 5DMII bieten eine solche optische Filterung. Dies wird besonders in den hohen Linienfrequenzen in Abbildung 15 und Abbildung 16 sichtbar. Bei der BMCC äußern sich die maximalen Ortsfrequenzen in einem Crosscolor-Effekt aus orange und cyan, welcher sich gleichwertig über das horizontale und vertikale Linienfeld verteilt. Beim Crosscolor-Effekt überlagern sich bei kritischen Frequenzen Luminanz- und Chrominanzsignal, sodass es wie in diesem Fall wiedergabeseitig zu fehlerhaften Farbinformationen in den monochromen Linienpaaren kommt.<sup>94</sup> Die 5DMII ist ebenfalls von den Interferenzen bei hohen Ortsfrequenzen betroffen. Sie treten jedoch nur bei den feinen horizontalen Linien auf und sind durch ein grün und violett Farbübersprechen sichtbar.

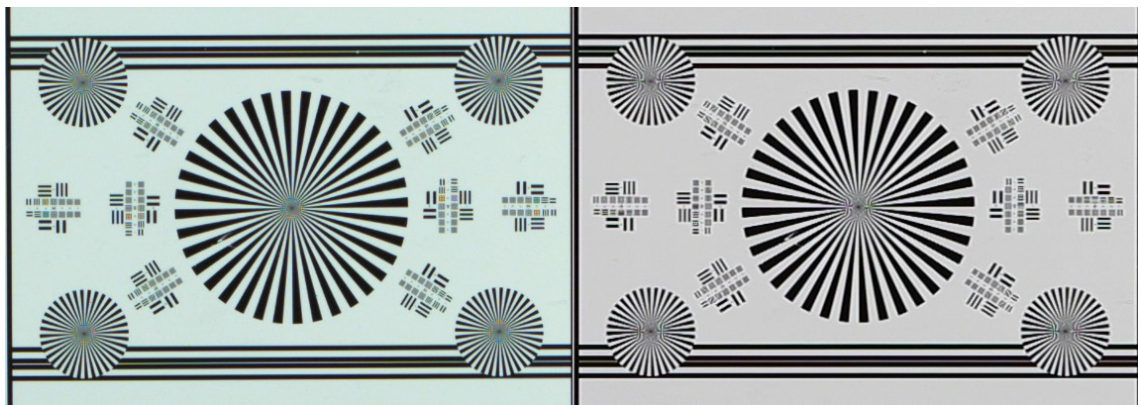


Abbildung 17: Siemenssterne der TE142 Links: BMCC Rechts: 5DMII<sup>95</sup>

Auch in den Siemenssternen der TE142 kommt es, wie in der Abbildung 17 nachzuvollziehen, bei beiden Kameras zu einem speziellen Aliasing, welches auch als Moiré bezeichnet wird. Durch periodische Bildstrukturen, wie in diesem Fall der Mittelpunktbereich eines Siemenssternes, überlagern sich aufgrund des zu geringen Auflösungsvermögens der Kameras vertikale und horizontale Linien. Dadurch kommt es zu Differenzen und Summen der Ortsfrequenzen in diesem Bereich und es entsteht Moiré.<sup>96</sup>

Betrachtet man insbesondere die kleineren Siemenssterne, erkennt man trotz eines größeren Crosscolor Effektes, dass die BMCC geringfügig weniger Moiré als die 5DMII erzeugt. Das strukturlosere Moiré und die Crosscolor Effekte, die nur bei den horizontalen Linienpaaren auftreten, deuten auf eine Skalierung seitens der 5DMII hin. Diese wird durch die Kamera durchgeführt um das Signal des 3:2 Vollformatsensors in das Videoformat 16:9 zu skalieren. Dadurch wird das Bild anfälliger für Störstrukturen.

<sup>94</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.46

<sup>95</sup> Eigene Quelle

<sup>96</sup> Vgl. Mahler, 2005: S.66 f.

Der Rolling Shutter ist ein sogenannter Bildlagefehler, der bei CMOS Sensoren mit einem elektronischen Schlitzverschluss entstehen kann. Die Bildinformation wird Zeilenweise mit einer bestimmten Geschwindigkeit vom Sensor abgerufen. Schnelle Bewegungen im Bild können durch die begrenzte Auslesegeschwindigkeit demzufolge verzerren.

Für diesen Test wurde auf den Akkuschauber RCD1802M der Firma Ryobi zurückgegriffen. Der Motor liefert im ersten Gang eine Leerlaufdrehzahl von maximal 440 Umdrehungen pro Minute.<sup>97</sup> An dem Akkuschauber wurde ein Löffel aus Plastik installiert, der aufgrund seines geringen Gewichtes kaum Ausschlag auf die Maximalleerlaufdrehzahl haben sollte.

Die Kameras wurden jeweils auf Blende 2,8 mit einem Shutter von 1/50 beziehungsweise 180° und eine ISO von 400 abgeglichen.

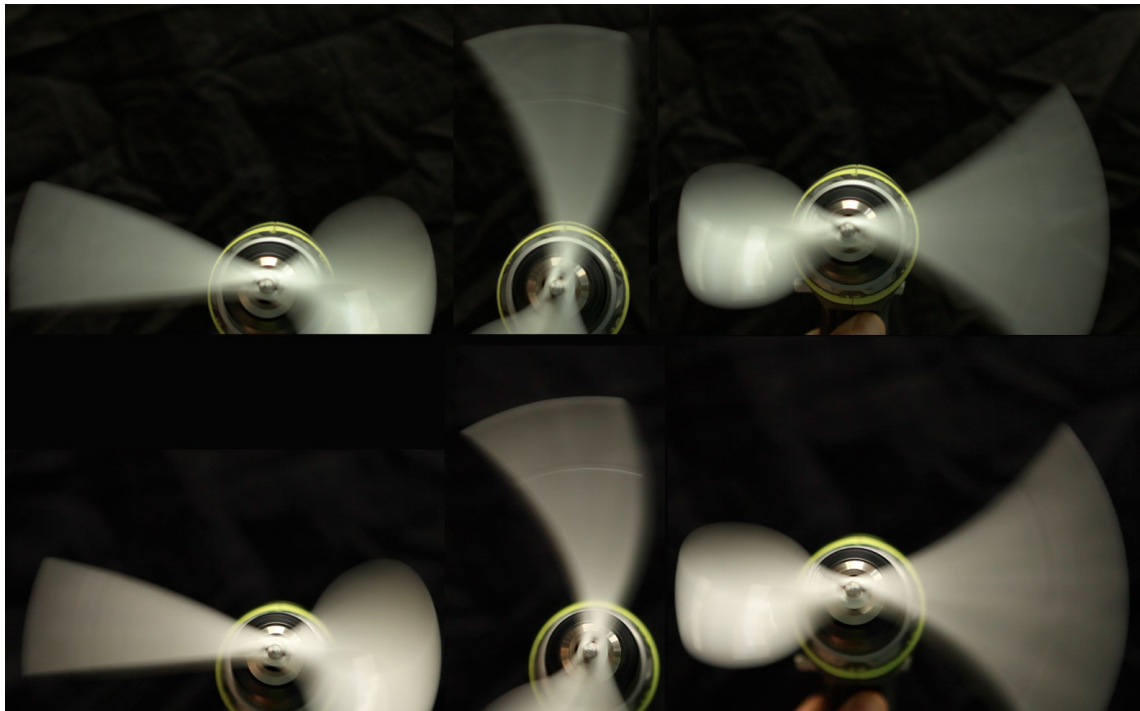


Abbildung 18: RollingShutter an verschiedenen Sensorpositionen bei 440 U/min. Oben: BMCC Unten: 5D-Mark II<sup>98</sup>

Der Test zeigt, dass sich die Kameras auch in dieser Eigenschaft kaum unterscheiden. Die unterschiedliche Ausdehnung des Effekts von links nach rechts kann durch die Ausleserichtung des CMOS Sensors begründet werden.

<sup>97</sup> Vgl. Techtronic Industries, 2013, <http://de.ryobitools.eu/Catalogue/Elektrowerkzeuge-ryobi/Bohren-Schrauben-Schraubendreher-Bohrschrauber/5133001170.htm>, Stand: 23.05.2013

<sup>98</sup> Eigene Quelle

Bei einem CMOS Sensor in Verbindung mit einem Global Shutter tritt dieses Problem nicht auf. Alle Bildinformationen werden bei diesem Sensor gleichzeitig abgerufen. Dafür ist zusätzlich ein stärkerer Prozessor notwendig, der die Bildinformationen verarbeiten kann.

Der Nachfolger der 5DMII, die Canon EOS 5D Mark III, besitzt ebenfalls keinen Global Shutter, sondern minimiert den RollingShutter-Effekt lediglich durch einen besseren Bildprozessor.<sup>99</sup> Das im Juli 2013 kommende Model der BMCC, die Blackmagic Production Camera 4K, soll mit einem Global Shutter ausgestattet sein und sollte somit diesen Bildfehler nicht mehr aufweisen.<sup>100</sup>

### 3.2.4 Farbwiedergabe

Die Messungen zur Farbwiedergabe wurde mit der Esser Farbtesttafel TE188 A durchgeführt, auch bekannt als Macbeth Colorchecker. Die Tafel beinhaltet 24 Felder mit unterschiedlichen Chrominanzsignalen. Neben den Primärfarben rot, grün und blau, sind die Sekundärfarben gelb, magenta und cyan abgebildet. Eine 6-stufige Grautreppe ist auf der Testtafel ebenso vorhanden wie diverse Hauttöne.

Von Herstellerseite wird empfohlen, den Farbtest mit einer Farbtemperatur von 5000 Kelvin durchzuführen.<sup>101</sup> Da zum Testzeitpunkt jedoch die unter dem Punkt 3.1 verwendete Testumgebung zur Verfügung stand, kann es zu Messabweichungen kommen. Ferner konnte Aufgrund der Beschränkung der BMCC auf wenige Weißabgleich-Presets lediglich eine Farbtemperatur von 5600 Kelvin, statt der im Versuch verwendeten 6000 Kelvin ausgewählt werden. Für eine optimale Belichtung wurde die Testtafel mit der BMCC bei Blende 6,7 mit 400 ASA gemessen. Mit der 5DMII wurde die Messung mit einer Blende von 6,3, 400 ASA und einer Farbtemperatur von 6000 Kelvin durchgeführt. Weitere Einstellungen wurden belassen wie in den Punkten 3.1.1 und 3.1.2 beschrieben.

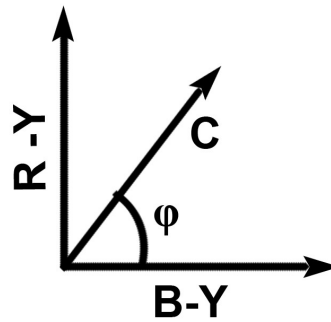
Um eine besser Gegenüberstellung der Farbwiedergabe der für dieses Experiment gewählten Kameras zu erhalten, wurden die gemessenen Daten mit dem Vektorskop ausgewertet.

---

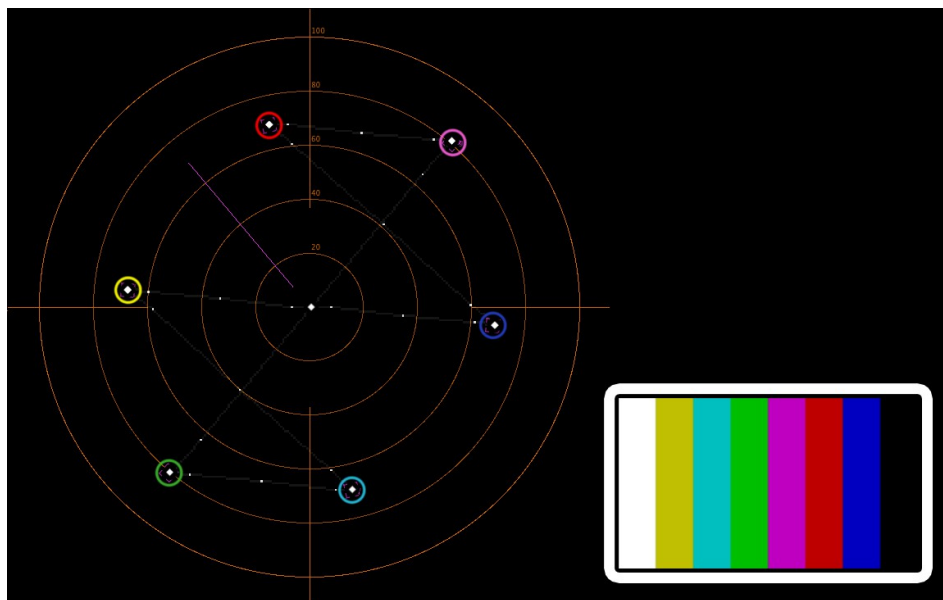
99 Vgl. Canon Inc., 2013, [http://www.canon.de/For\\_Home/Product\\_Finder/Cameras/Digital\\_SLR/EOS\\_5D\\_Mark\\_III/#p-specification1](http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/EOS_5D_Mark_III/#p-specification1), Stand: 23.05.2013

100 Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2013, <http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicproductioncamera4k/techspecs>, Stand: 24.05.2013

101 Vgl. Esser Test Charts, [http://www.image-engineering.de/datasheets\\_manuals/testcharts/TE188\\_A280\\_datasheet.pdf](http://www.image-engineering.de/datasheets_manuals/testcharts/TE188_A280_datasheet.pdf), Stand: 24.05.2013

Abbildung 19: Farbsignalvektor<sup>102</sup>

Das Vektorskop ist ein speziell für das Videosignal entwickeltes Oszilloskop und gibt Auskunft über die Farbdifferenzsignale  $B - Y$  und  $R - Y$ . Diese Komponenten enthalten wie die Farbwertesignale  $R$ ,  $G$  und  $B$  die gesamte Bildinformation.  $B - Y$  und  $R - Y$  lassen sich als Koordinatensystem für den Farbsignalvektor  $C$  senkrecht aufeinander darstellen, wie in Abbildung 14 nachzuvollziehen ist. Die Länge des Vektors  $C$  bestimmt die Chrominanz, die sich aus der Farbsättigung beziehungsweise der Helligkeit der jeweiligen Farbe zusammensetzt. Der Vektor für weiß oder schwarz geht wegen des Unbuntanteils gegen null und wird bei einem richtigen Weißabgleich im Zentrum des Koordinatensystems dargestellt. Der Winkel  $\Phi$  beschreibt den jeweiligen Farbton.<sup>103</sup>

Abbildung 20: Farbwiedergabe eines 100/75 Farbbalkens im Vektorskop<sup>104</sup>

<sup>102</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.40

<sup>103</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.40 f.

<sup>104</sup> Eigene Quelle

In der Abbildung 20 (S. 42) werden die einzelnen Farbwerte eines 100/75 Farbbalkens dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die sechs Farbvektoren, die in dieser Abbildung mit den jeweiligen Farben umrahmt wurden, alle eine Farbsättigung von 75% aufweisen und damit den Broadcast-Standard für diesen Testbalken erfüllen.

In der Abbildung 21 wurden die gemessenen Farbwerte der BMCC (rot) und der 5DMII (grün) dargestellt. Auffällig ist, dass keine der beiden Kameras die Primär und Sekundärfarben der Testtafel TE188 A korrekt bei 75% Farbsättigung darstellen. Diese liegen teilweise über und teilweise unter den mit der jeweilig Farbe umrandeten Farbpunkten.

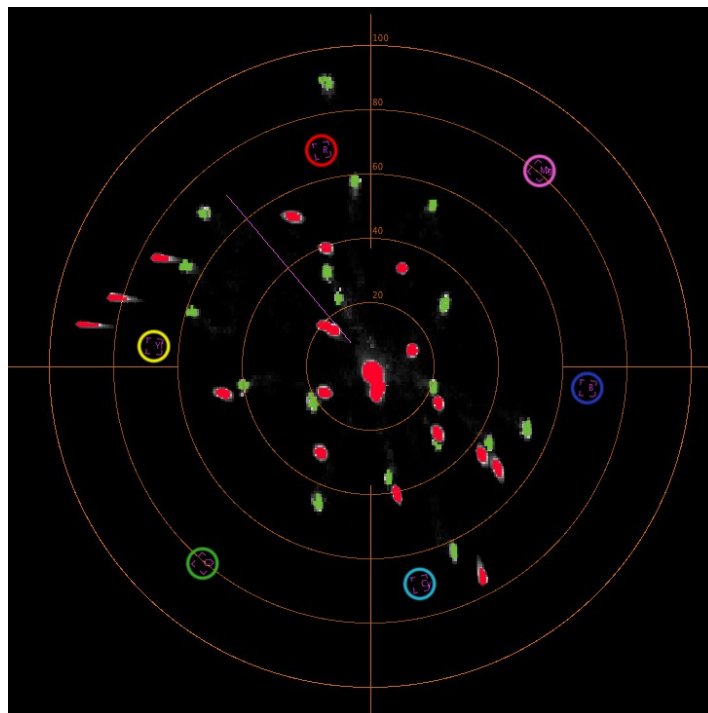


Abbildung 21: Überlagerung der Messwerte der BMCC (rot) und der 5DMII (grün) mit der Testtafel TE188 A <sup>105</sup>

In der Abbildung 22 (S. 44) sind die gemessenen Primär- und Sekundärfarben der BMCC mit der jeweiligen Farbe des Referenzpunktes umrandet um einen besseren Überblick der Messergebnisse zu erhalten.

<sup>105</sup> Eigene Quelle

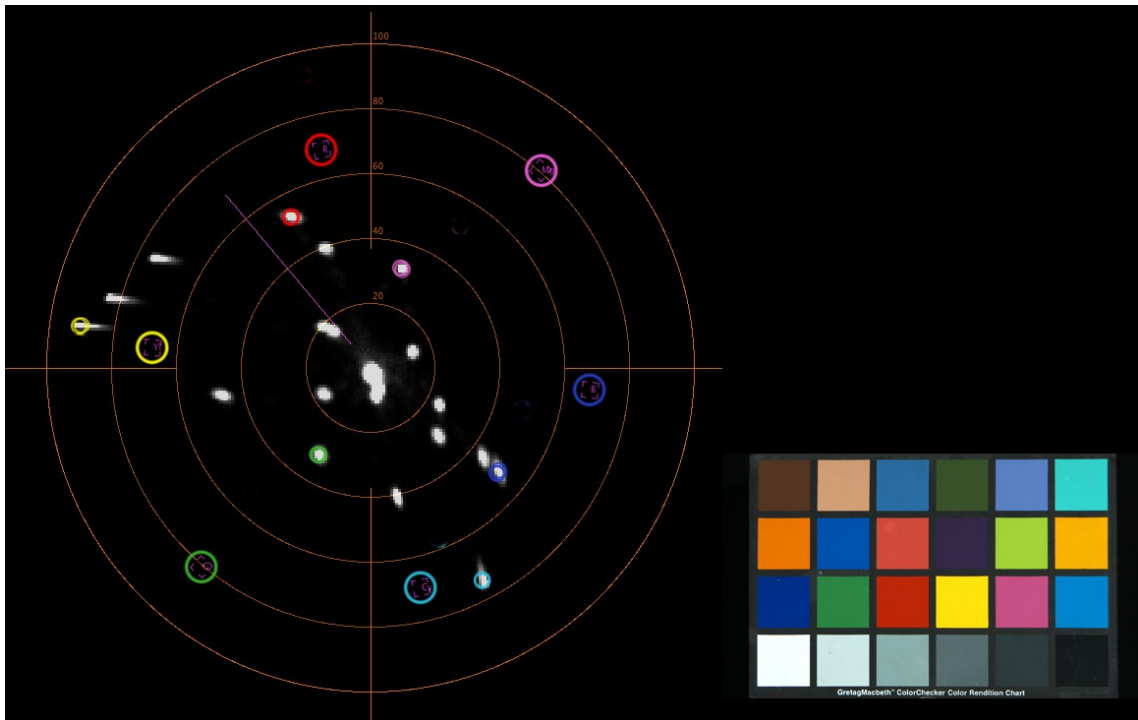


Abbildung 22: Messwerte und Aufzeichnung der BMCC mit der Testtafel TE188 A<sup>106</sup>

Die Richtung des Gelbvektors stimmt annähernd mit der Referenz überein. Die Farbsättigung wird nur bei diesem Vektor übersättigt bei ca. 85% dargestellt. Cyan hat die richtige Farbsättigung, der Verlauf des Vektors driftet jedoch leicht Richtung Blau. Wiederum driften Blau- und Rotvektor stark ab und haben eine zu geringe Sättigung von etwa 50%. Der Grünvektor hat den richtigen Farbphasenwinkel, jedoch ebenso wie Magenta eine viel zu geringe Sättigung von etwa 30%. Zusätzlich wird Magenta durch einen zu großen Farbphasenwinkel Richtung Rot verschoben. Die Farbvektoren Schwarz und Weiß liegen im Koordinatenursprung. Auffällig ist jedoch, dass der weiße Farbvektor leicht Richtung Cyan ausbricht. Besonders gut werden die Hauttöne durch die BMCC dargestellt. Diese reihen sich entlang der violetten Hauttonlinie, welche in dem Vektorskop der Abbildung 22 abgebildet ist.

Die Chrominanzwerte der BMCC in diesem Test liegen teils stark entfernt von den Referenzpunkten. Besonders das Ausbrechen des Weißvektors Richtung Cyan ist ein Indiz für einen nicht exakten Weißabgleich und kann durch die in Punkt 3.1.1. erläuterten 400 Kelvin Farbtemperaturunterschied erklärt werden. Wenn Blackmagic Design in einem späteren Firmwareupdate die Abstufungen für den Weißabgleich stärker differenzieren sollte, könnte auch eine genauere Messung stattfinden.

106 Eigene Quelle



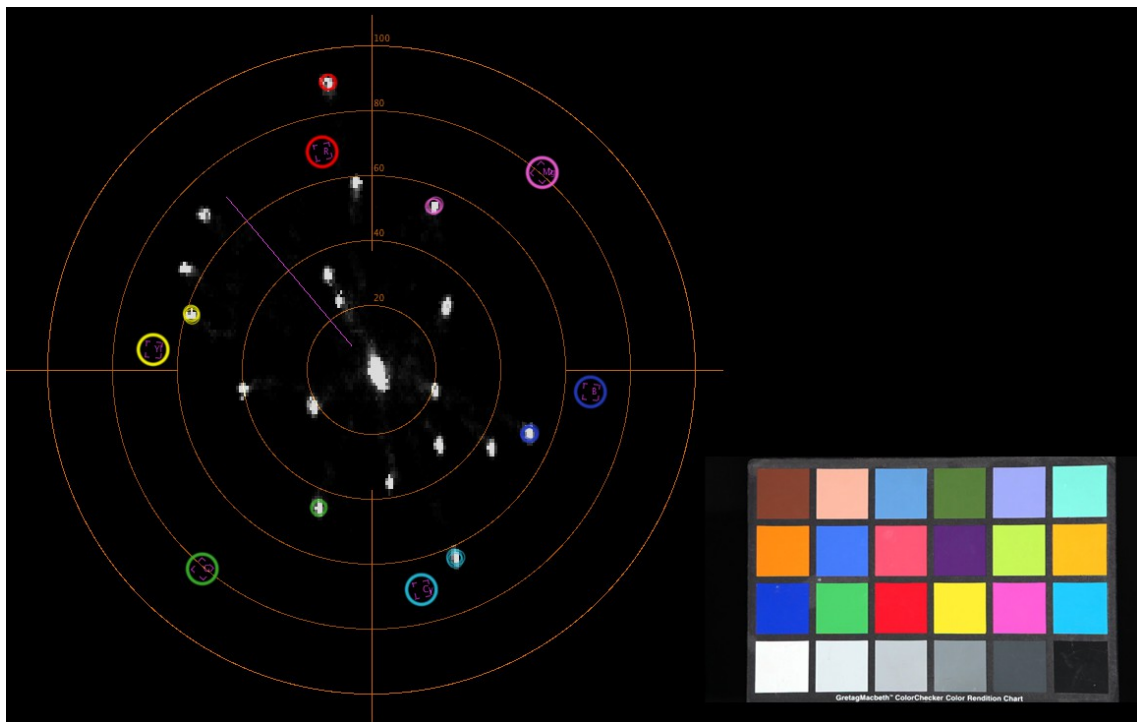


Abbildung 23: Messwerte und Aufzeichnung der 5DMII mit der Testtafel TE188 A<sup>107</sup>

In der Abbildung 23 wird sichtbar, dass die 5DMII die Testtafel homogener als die BMCC darstellt. Schwarz und weiß wird korrekt im Koordinatenursprung wiedergegeben. Im Rotbereich wird die Farbe mit dem richtigen Phasenwinkel aber übersättigt dargestellt. Magenta, Blau und Grün weisen eine zu niedrige Sättigung von unter 60% auf. Auch die Farbphasenwinkel weichen teils deutlich von dem Referenzfarbton ab. Lediglich Gelb und Cyan haben eine annähernd korrekte Chrominanz. Die Hauttöne werden etwas zu rötlich abgebildet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass beide Kameras teils stark von den Referenztönen abweichen. Diese Messabweichungen können unter anderem den nicht exakten Testbedingungen zugeschrieben werden. Durch die wenigen Festeinstellungen des BMCC Weißabgleichs verschärfen sich außerdem die Abweichungen mit der „Video“ aufgezeichneten Gammakurve REC709. Allerdings ist eine Überempfindlichkeit des BMCC Sensors am Gelbvektor sowie bei der 5DMII am Rotvektor zu erkennen. Die Hauttöne wurden durch die BMCC besser aufgelöst.

Beide Kameras ermöglichen eine Korrektur der Farbwiedergabe. In der 5DMII lassen sich durch ein nachjustieren des Weißabgleiches oder diverse PictureStyles Farbabweichungen vor der Aufzeichnung korrigieren. In der Postproduktion hat man nur ge-

<sup>107</sup> Eigene Quelle



ringfügig Möglichkeiten die Farben ohne Qualitätsverlust des Filmmaterials anzupassen. Dies ist der geringen Farbunterabtastung von 4:2:0 und der 8 Bit Farbtiefe des H264 Codecs geschuldet. Die BMCC erlaubt durch eine Aufzeichnung mit dem Apple ProRes 422 Codec und der „Film“ Gammakurve einen größeren Spielraum zur Farbkorrektur in der Postproduktion. Diese Möglichkeiten verstärken sich bei der Aufzeichnung des 12 Bit RAW Signals.

### 3.2.5 Low-Light und ISO Rauschen

Umso lichtempfindlicher ein Bildchip ist, desto weniger Licht wird für die Bildentstehung benötigt. Bei einer hohen Empfindlichkeit werden auch in düsteren Lichtsituationen Objekte scharf abgebildet. Die Stärke des Signals und die Länge der Belichtung sind entscheidend für den Signal-Rausch-Abstand, kurz SNR. Diese Größe beschreibt den Abstand zwischen den Signal- und Rauschladungen, welche vom Sensor aufgenommen werden. Ist das Signal schwach und die Belichtungszeit lang, wird das Signal für den Bildsensor schlechter differenzierbar. Dadurch geht Detail im Bild verloren und der Rauschanteil steigt.

Die Empfindlichkeitsangabe wird entsprechend der Internationalen Standardisierungsorganisation, kurz ISO, angegeben. Diese setzt sich aus den früheren Normen ASA und DIN zusammen. Wird in der BMCC von ASA 100 auf ASA 200 erhöht, verdoppelt man die Lichtempfindlichkeit und benötigt demzufolge nur noch die Hälfte des Aufnahmelichtes. Besagtes entspricht auch einer Verdopplung von ISO 100 auf ISO 200.<sup>108</sup> Deswegen wird im weiteren Verlauf der Bachelor-Thesis die Empfindlichkeit in ISO angegeben.

Die Grundempfindlichkeit der Sensoren der getesteten Kameras lässt sich nur annähernd auf einen Wert zwischen 200 - 400 ISO einordnen. Seitens Canon erhält man dazu keine genauen Auskünfte. Dafür wird mit einem ISO Wert von bis zu 6400 geworben, mit dem die 5DMII Videomaterial aufzeichnen kann.<sup>109</sup> Blackmagic Design gibt eine optimale ISO von 800 an.

Gerade bei längeren Low-Light Situationen, die beispielsweise im Kino gezeigt werden, kann ein verrauschtes Bild unangenehm auffallen. Da die BMCC eine maximale ISO von 1600 zulässt, wurde auch mit der 5DMII keine höhere Messung durchgeführt. Ein weiterer Test wurde mit ISO 800 mit beiden Kameras umgesetzt um das Abschwächen

---

<sup>108</sup> Vgl. Maschke, 2004: S. 44 ff.

<sup>109</sup> Vgl. Canon Inc., 2008, [http://www.canon.co.uk/Images/EOS%205D%20Mark%20II\\_Specifications%20Sheet\\_tcm14-548722.pdf](http://www.canon.co.uk/Images/EOS%205D%20Mark%20II_Specifications%20Sheet_tcm14-548722.pdf), Stand: 28.05.2013

des Bildrauschens zu beurteilen. Die Kameras zeichneten bei diesem Versuch beide mit maximal offener Blende von 2,8 auf. Weitere Einstellungen wurden wie in Punkt 3.1.1 und 3.1.2 beschrieben belassen.

Für das Experiment wurde die Testtafel TE188 A unter Low-Light Bedingungen aufgezeichnet. Darunter versteht man eine Lichtsituation, welche in den Spitzen um die 30% Bildamplitude generiert.<sup>110</sup> Durch eine Taschenlampe wurden etwa 30 Lux auf die reflektierende Testtafel geleuchtet. Die Randabschattungen die dabei entstanden sind, können vernachlässigt werden.

---

<sup>110</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S. 264

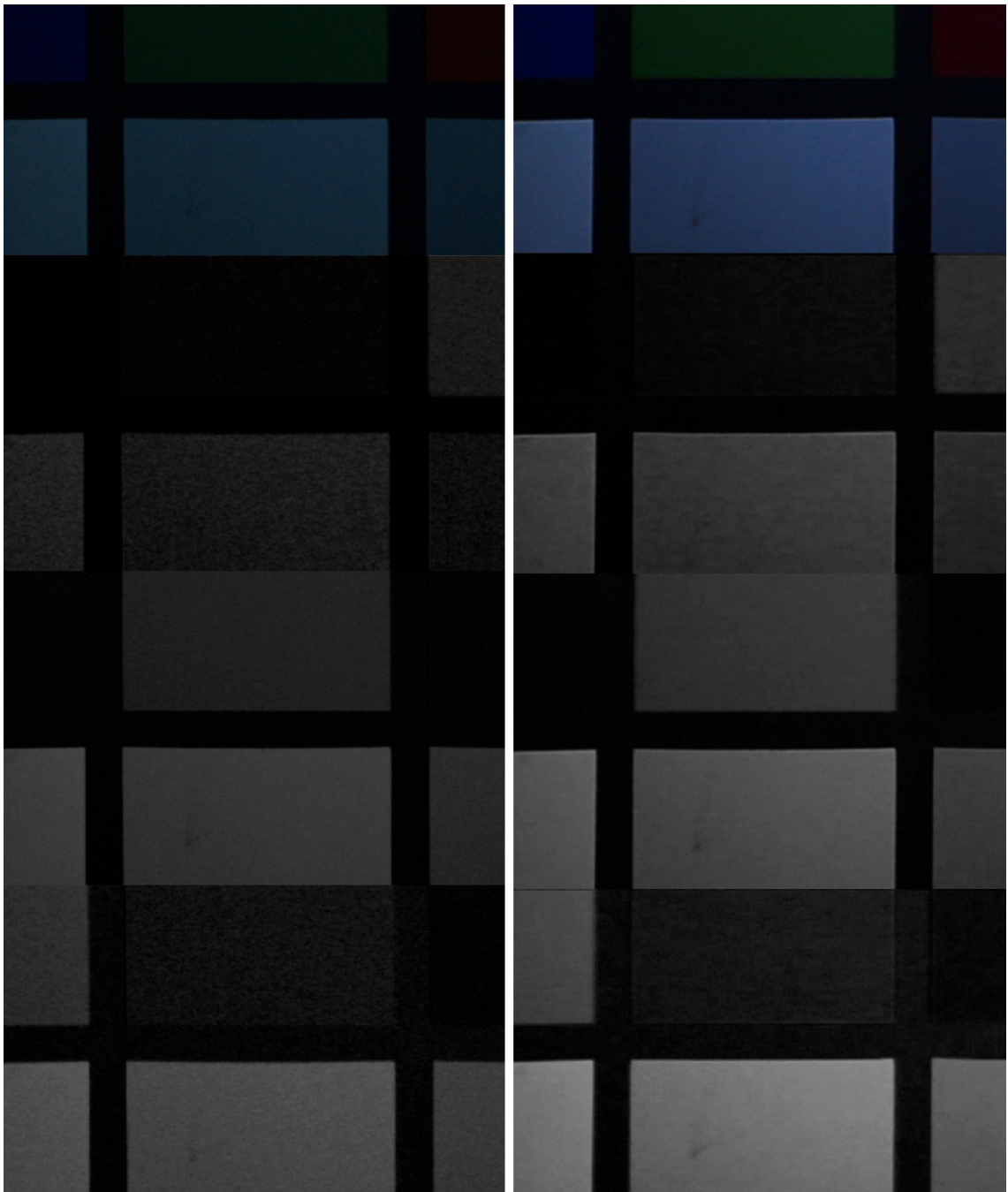


Abbildung 24: Vergrößerung eines Auszuges der Testtafel TE188A auf 150% mit den einzelnen R,G, und B Kanälen Links: BMCC bei 800 ISO Rechts: 5DMII bei 800 ISO<sup>111</sup>

In erster Linie ist in Abbildung 24 festzustellen, dass die 5DMII bei gleicher Blende und ISO ein helleres Bild als die BMCC erzeugt. Die Empfindlichkeiten der Sensoren unterscheiden sich dementsprechend bei ISO 800.

---

111 Eigene Quelle

Die BMCC zeigt ein sehr klares Rauschverhalten. Es werden selbst bei dieser Unterblendung noch Details und Schärfe wiedergegeben. Der Rotkanal zeigt das stärkste Rauschverhalten. Im Grünkanal ist nur ein leichtes, im Blaukanal etwas mehr Rauschen festzustellen. Insgesamt löst die Kamera das Bild für diese Lichtsituation gut auf.

Bei der 5DMII wird die Komprimierung durch den verwendeten H264 mit einer Farbunterabtastung von 4:2:0 durch eine gröbere Blockbildung sichtbar. Dadurch werden die Details verwaschen und Kanten weich gezeichnet. Im Rotkanal ist ein leichtes Rauschen bemerkbar, wohingegen der Grünkanal rauschfrei erscheint. Am stärksten ist eine Blockbildung im Blaukanal nachweisbar.

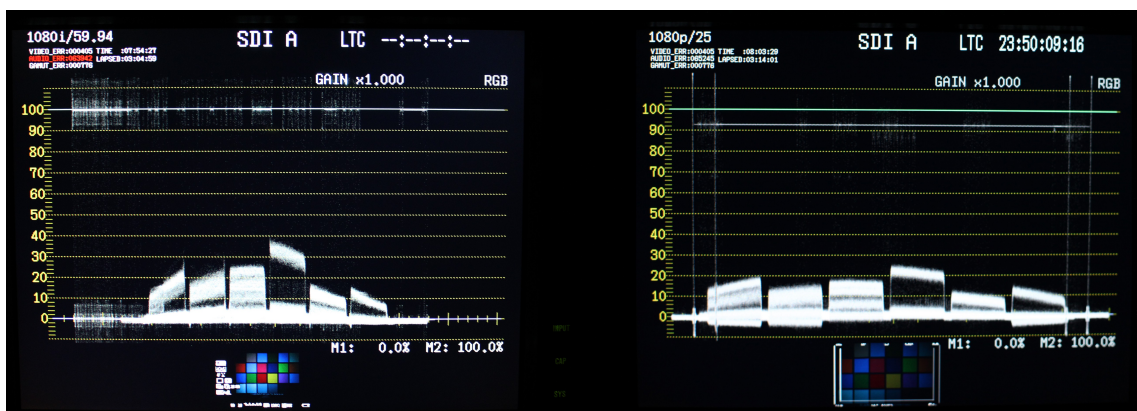


Abbildung 25: Waveform des Lowlighttests mit der TE1188 A / Links: BMCC bei 800 ISO Rechts: 5DMII bei 800 ISO<sup>112</sup>

Die Auswertung des Waveform zeigt, dass die 5DMII bei 30 Lux im gelben Pattern eine Bildamplitude von über 30% erreicht. Somit ist der Sensor der 5DMII etwas lichtstärker als der BMCC Sensor.

Beide Kameras nutzen kein Pedestal, da der tiefste Signalpegel nicht mit etwa 2% Bildamplitude festgelegt ist<sup>113</sup>, sondern wie bei der 5DMII zu erkennen bei 0% Bildamplitude liegt. Das Signal der BMCC liegt in den dunkelsten Bereichen sogar etwas unter 0% Bildamplitude. Diese Mehrinformation wird in der Kamera dementsprechend nicht durch ein Blackclipping beschnitten und kann in der Farbkorrektur durch ein Anheben der Schwarzwerte differenzierbar gemacht werden.

<sup>112</sup> Eigene Quelle

<sup>113</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S. 179

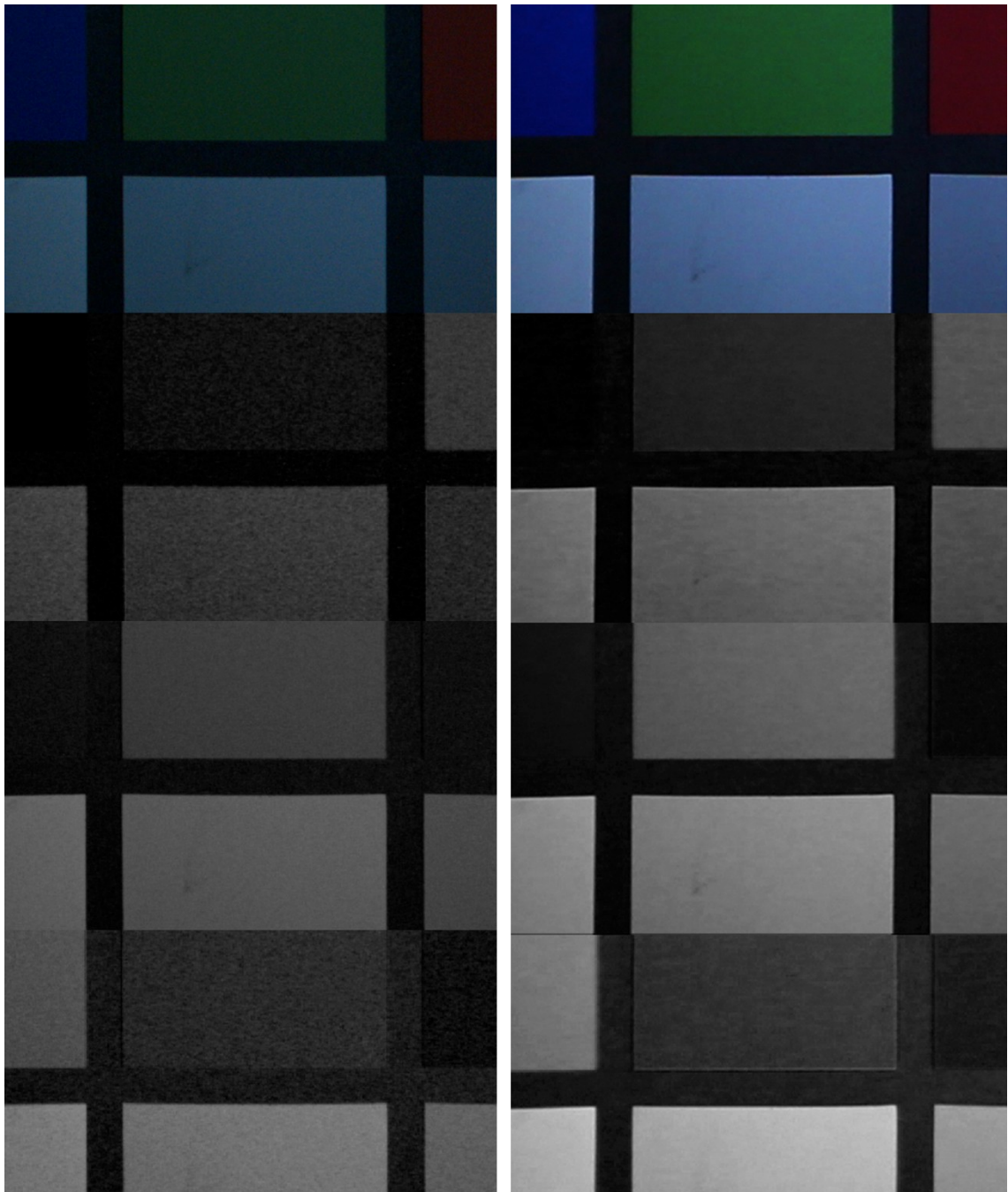


Abbildung 26: Vergrößerung eines Auszuges der Testtafel TE188A auf 150% mit den einzelnen R,G, und B Kanälen / Links: BMCC bei 1600 ISO Rechts: 5DMII bei 1600 ISO<sup>114</sup>

Erhöht man die ISO Empfindlichkeit auf 1600, wird durch die elektronische Verstärkung eine Blende gewonnen. Wie in Abbildung 20 nachzuvollziehen nimmt dafür proportional auch das ISO-Rauschen zu. Besonders das Bild der BMCC wird dadurch qualitativ schlechter im Vergleich zur 5DMII.

---

114 Eigene Quelle

Die Kamera von Blackmagic Design zeigt in dem Blau- und Rotkanalauszug ein starkes Rauschen. Gerade im Schwarzbereich nehmen blaue Artefakte zu. Details und Schärfe verwischen dadurch zusehend. Der Grünkanal bleibt im Gegensatz dazu eher rauscharm. In den hellen Anteilen des Testtafel auszuges wird ein Buntrauschen sichtbar.

Die Aufnahme der 5DMII ist wiederum etwas heller gegenüber der BMCC. Die erhöhte ISO sorgt für eine noch stärkere Weichzeichnung und Blockbildung des Bildes. Besonders im Blaukanalauszug lassen sich Kompressionsblöcke erkennen. Weniger betroffen sind davon der Grün- und Rotkanal. Insgesamt zeichnet sich jedoch auch bei ISO 1600 ein leichter Rotstich des Bildes ab.

Auch wenn der für Fotografien ausgelegte große 5DMII Sensor lichtempfindlicher ist und die Möglichkeit bestehen würde, mit bis zu 6400 ISO aufzuzeichnen, verliert das Bild durch Komprimierungsblöcke in diesen extremen Lichtsituationen an Schärfe und Detail. Der im Vergleich zur BMCC geringfügig stärker werdende Rauschanteil von 800 zu 1600 ISO ist auf die unterschiedliche Sensorgröße zurückzuführen, da große Bildwandler weniger rauschanfällig sind.<sup>115</sup> Die BMCC behält Detail und Schärfe auch noch bei ISO 800, jedoch wird ein größeres Eingreifen in die Farben ab 1600 ISO, gerade unter Benutzung des ProRes Codecs, wegen des erhöhten Grundrauschens nur noch bedingt möglich.

### 3.2.6 Schärfentiefe

„Die Schärfentiefe ist bei allen optischen Abbildungssystemen von vier Faktoren abhängig:

1. von der Brennweite
2. von der Einstellentfernung
3. von der Blendenöffnung
4. von dem zulässigen Unschärfekreis

Brennweite, Einstellentfernung und Blendenöffnungen sind Variablen, die von der jeweiligen Aufnahmesituation abhängen. Die Größe des zulässigen Unschärfekreises ist dagegen nur vom Aufnahme- und vom Wiedergabesystem abhängig.“<sup>116</sup>

---

<sup>115</sup> Vgl. Maschke, 2004: S. 46

<sup>116</sup> Möllering, Slansky, 1993: S.292



Um die Bilder der Kameras vergleichbar zu machen zeichnete die BMCC mit einer Brennweite von 30 mm auf, welche durch den horizontalen Crop-Faktor etwa auf den gleichen Bildwinkel wie die 5DMII bei einer Brennweite von 70 mm kommt. Bei beiden Aufzeichnungen befand sich das vordere Objekt in Form eines Nadelzweigs 40 cm vom Objektiv entfernt, die Testtafel TE158 A befand sich etwa 1 m dahinter mit einem Gesamtabstand von 1,40 m zum Objektiv. Mittels des Waveformmonitors wurde eine homogene Beleuchtung mit Blende 10 bei beiden Kameras eingestellt. Außerdem wurde die ISO auf 400 angeglichen.



Abbildung 27: Schärfentiefe-Test mit der TE158A und der BMCC<sup>117</sup>

Aufgrund einer Blende von 10 und der kurzen Distanz zum Objekt ist die Schärfentiefe in Abbildung 27 mit der BMCC für eine „Cinema Camera“ recht groß. Vergleicht man dazu die Schärfentiefe der 5DMII entsteht eher der Eindruck eines 35 mm Film-Looks, welcher als Kinolook beim Zuschauer einen hochwertigen Eindruck hinterlässt. Grund dafür sind die unterschiedlichen Maße und die Auflösung der Sensoren.

Schärfentiefe entsteht durch einen Objektpunkt, der durch eine unscharfe Abbildung zu einer kreisförmigen Fläche vergrößert wird. Dabei kommt es zur Überlagerung einzel-

---

117 Eigene Quelle

ner Objektpunkte, welche in der Summe die Unschärfe entstehen lassen. Die Wahrnehmung der Beziehung aus Schärfe und Unschärfe ist subjektiv. Um Schärfentiefe mathematisch zu belegen und in eine Beziehung zur Sensorgröße zu setzen, kann man den Unschärfekreis mit folgender Formel berechnen:<sup>118</sup>

$$\text{Unschärfekreis} = \frac{\text{Breite des Sensors}}{\text{Linien pro Bildbreite}} \quad (3.2-3)$$

Die Formel beschreibt den zulässigen Unschärfekreis, der sich aus dem Durchmesser des kleinsten Bildpunktes zusammensetzt, den der Kamera Sensor noch auflösen kann. Unter Berücksichtigung der unter Punkt 3.2.2 ermittelten Werte für die Auflösung von Linien pro Bildbreite, erhält man bei 764 abgebildeten Linien und einer Sensorbreite von 15,81 mm für die BMCC einen zulässigen Unschärfekreis von etwa 0,021 mm. Damit ist der Unschärfekreis der 5DMII, welche eine Auflösung von 771 Linien und eine Sensorbreite von 36 mm hat, mit einem Wert von 0,047 mm mehr als doppelt so groß. Der Wert für den zulässigen Unschärfekreis von 35 mm Film liegt zum Vergleich etwa bei 0,028 mm.<sup>119</sup> Trotz des enormen Unterschiedes der Schärfentiefe kann mit der BMCC mit einer filmähnlichen, geringen Schärfentiefe gedreht werden, wie Marco Solorio von OneRiver Media in der Praxis feststellt:

„This camera has a 15.81 mm x 8.88 mm sensor that is sized between Super 16 mm film and Micro Four Thirds, and some have expressed concerns over its potentially limited depth of field. But we’ve found that using a fast lens, like f/1.2, and stepping back so you can zoom in a bit can put backgrounds out of focus the way most modern shooters expect.”<sup>120</sup>

Marco Solorio beschreibt, dass sich filmähnliche Unschärfen mit der BMCC, mittels eine möglichst weit offener Blende und einer erhöhten Brennweite, realisieren lassen.

Das die Brennweite den Größten Einfluss auf die Schärfentiefe nimmt, sieht man an der Berechnung der Schärfentiefe Grenzen. Die Vordere Grenze wird auch Hyperfokale genannt und wird mit folgender Formel ermittelt:<sup>121</sup>

118 Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.292 f.

119 Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.299

120 Vgl. ANKENY, 2012, <http://www.creativeplanetnetwork.com/dv/feature/camera-class-first-field-reports-blackmagic-cinema-camera/60989>, Stand: 05.06.2013

Deutsche Übersetzung:

Diese Kamera hat einen 15,81 mm x 8,88 mm großen Sensor, der zwischen Super 16 mm Film und dem Micro Four Thirds Standard einzuordnen ist und einige brachten ihre Bedenken über das Potential der begrenzten Schärfentiefe zum Ausdruck. Aber wir haben herausgefunden, dass bei der Benutzung einer Optik mit weit offener Blende und etwas Abstand zum Objekt, sodass man etwas heranzoomen kann, Hintergründe aus dem Fokus geraten, wie es die meisten modernen Filmemacher erwarten.

121 Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.296 f



$$\text{Hyperfokale} = \frac{\text{Brennweite}^2 * 0,001}{\text{Unschärfekreisdurchmesser} * \text{Blendenzahl}} \quad (3.2-4)$$

Da die Brennweite in dieser Formel als einziger Faktor in quadratischer Form eingeht, zeigt sich die Relevanz dieser Größe auf die Schärfentiefe.<sup>122</sup>



Abbildung 28: Tiefenschärfe Test mit der TE158A und der 5DMII<sup>123</sup>

Die größeren Unschärfen erzeugt, bedingt durch die Sensorgröße und der Auflösung, die 5DMII. Nicht zuletzt aus diesem Grund erfreut sich die 5DMII in der Independent-Filmbranche besonderer Beliebtheit. Außerdem überzeugt der hochwertige Look bei einem vergleichsweise kleinen Kauf- oder Mietpreis.

### 3.2.7 RAW Vergleich BMCC und ARRI Alexa Plus

Bereits im Punkt 2.4.3. wurde auf eine der herausragendsten Eigenschaften der BMCC eingegangen: Die interne Aufzeichnung von 12 Bit RAW mit einer 2,5 K Auflösung von 2432 x 1366 Pixel. Damit hebt sie sich klar von den in der gleichen Preisklasse liegen-

<sup>122</sup> Vgl. Schmidt, 2009: S. 388

<sup>123</sup> Eigene Quelle

den HD-SLR Kameras ab, welche RAW Daten lediglich im Fotomodus produzieren können. Canon ermöglicht es derzeit nur der C500, dem Spitzenmodell aus der EOS Cinema Reihe, RAW auszugeben. Dieser RAW-Datenstrom muss zusätzlich über Dual 3G-SDI extern beispielsweise mit einem Codex aufgezeichnet werden und beläuft sich aktuell als Kit auf etwa 36.000 €. <sup>124</sup>

Seit April 2013 ermöglicht Magic Lantern, eine Software freier Programmierer, unter anderem für die 5DMII die Aufnahme von 14 Bit RAW Daten mit 1080p/30. <sup>125</sup> Magic Lantern ist derzeit kostenlos für diverse Kameras in der stabilen Version 2.3 erhältlich. Die RAW-Ausgabe befindet sich aber noch im Alphastadium und wird von Canon selbst nicht unterstützt. Zum Zeitpunkt des Kameratests innerhalb dieser Thesis stand die RAW-Ausgabe der 5DMII noch nicht zur Verfügung.

Wie sich die RAW-Aufzeichnung der etwa 3000 € BMCC gegenüber den RAW-Daten einer etwa 50.000 € ARRI Alexa Plus <sup>126</sup> verhält, soll in diesem Test optisch-subjektiv verglichen werden. Während des BMCC-Tests an der HFF Potsdam wurden im Rahmen eines Kurzfilmprojektes Miniaturen vor Blau mit der ARRI Alexa Plus gedreht. Die Aufnahmen wurden via interner SxS Karten auf Apple ProRes 4:4:4 aufgezeichnet. Für die RAW-Ausgabe von Bewegtbild benötigt die Alexa Plus einen externen Rekorder wie den Gemini 4:4:4 <sup>127</sup> oder den Codex Onboard S <sup>128</sup>. Jedoch ist es möglich einzelne RAW-Bilder der Alexa Plus auf eine interne SD Karte zu extrahieren. Diese Einzelbilder dienen in diesem Test zum Vergleich. Mit der BMCC wurde eine RAW Sequenz aus DNG Bildern aufgenommen. Beide Kameras wurden, wie auf der Klappe in Abbildung 29 (S. 57) nachzuvollziehen, abgeglichen.

Als Optik kam ein 21 mm Compact Prime 2 von Zeiss zum Einsatz. Diese Objektive zeichnen sich durch einen veränderbaren Mount aus. Die Optik wurde an der ARRI Alexa Plus via PL-Mount installiert. An der BMCC ist die EF-Variante genutzt worden. Dabei kam es aufgrund des unter Punkt 2.5 erläuterten Crop-Faktors zu einem anderen Bildwinkel im Vergleich zur ARRI Alexa Plus. Um annähernd den gleichen Bildwinkel zu erhalten, ist der Abstand zur Miniatur vergrößert worden.

---

<sup>124</sup> Vgl. Teltec GmbH, 2013, [http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p29651\\_HD/DV/Canon\\_EOS\\_C500\\_\\_\\_Codex\\_C500\\_Production\\_Kit.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p29651_HD/DV/Canon_EOS_C500___Codex_C500_Production_Kit.html), Stand: 10.07.2013

<sup>125</sup> Vgl. magiclantern.fm, 2013, <http://www.magiclantern.fm/forum/index.php?topic=5533.msg37819#msg37819>, Stand: 10.07.2013

<sup>126</sup> Vgl. film-tv-video.de, 2013, [http://www.film-tv-video.de/index.php?id=newsdetail&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=43264&no\\_cache=1](http://www.film-tv-video.de/index.php?id=newsdetail&tx_ttnews%5Btt_news%5D=43264&no_cache=1), Stand: 10.07.2013

<sup>127</sup> Vgl. Convergent Design, Inc., 2013, <http://www.convergent-design.com/products/gemini444/arriraw.aspx>, Stand: 10.07.2013

<sup>128</sup> Vgl. Codex Digital, 2013, <http://www.codexdigital.com/products/recorders/codex-onboard-s-plus>, Stand: 10.07.2013

Die Alexa legt 14 Bit RAW-Daten im ARI-Container mit einer Auflösung von 2880 x 1620 Pixel ab.<sup>129</sup> Pro Bild entsteht ein Datenvolumen von etwa 7 MB. Für den besseren Vergleich wurde das Bild mittels des ARRIRAW Converters jeweils mit LogC Gamma und einem REC709 Gamma als 16 Bit TIFF mit einer Auflösung von 1920 x 1080 ausgegeben. Die BMCC speichert das 12 Bit RAW-Signal im CinemaDNG-Container mit einer Auflösung von 2432 x 1366 ab. Durch DaVinci Resolve 9 wurde das 5 MB große DNG-Bild ebenfalls jeweils mit LOG- und REC709 Gammakurve als FullHD 16 Bit TIFF-Datei exportiert.

---

<sup>129</sup> Vgl. Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG, 2013, [http://www.arri.com/cn/camera/digital\\_cameras/cameras/alexa\\_model\\_comparison.html](http://www.arri.com/cn/camera/digital_cameras/cameras/alexa_model_comparison.html), Stand: 10.07.2013

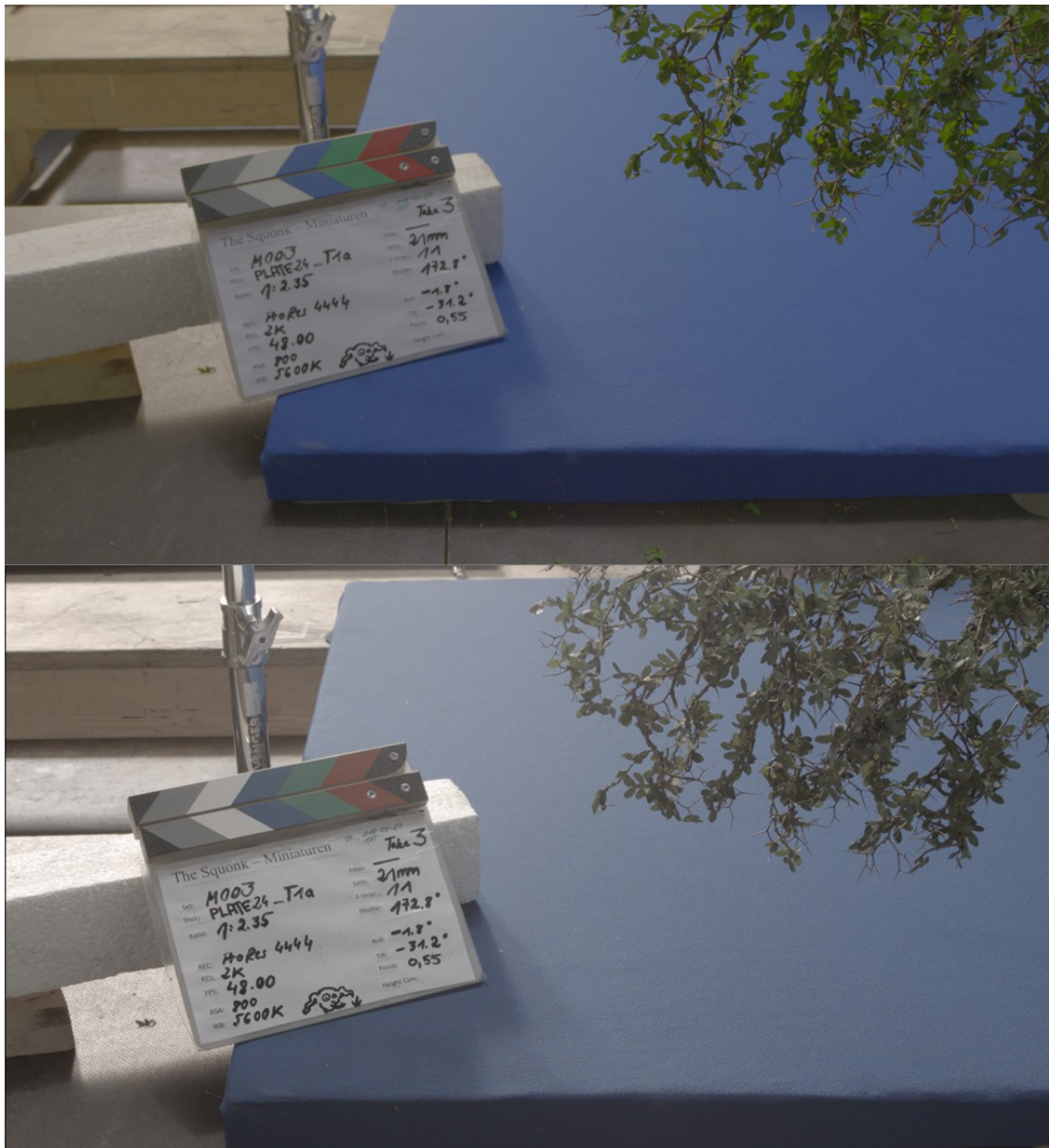


Abbildung 29: Einzelbild einer Miniaturaufnahme vor Blau mit logarithmischer Gammakurve Oben: ARRI  
Alexa Plus Unten: BMCC<sup>130</sup>

Der erste optisch-subjektive Eindruck zeigt, dass die Gammakurve der BMCC im Filmmodus noch abgeflachter ist, als bei der LogC Aufnahme der Alexa. Das Bild wirkt sehr kontrastarm. Besonders gut ist dies an den RGB Farbfeldern der Klappe zu sehen.

<sup>130</sup> Eigene Quelle





Abbildung 30: Einzelbild einer Miniaturaufnahme vor Blau mit REC709 Gammakurve Links: BMCC Rechts: ARRI Alexa Plus<sup>131</sup>

Vergleicht man in der Abbildung 30 die Aufnahmen der Kameras mit einer lineareren Gammakurve des REC709 Standards, sind die abgeschwächten Farben der BMCC erkennbar. Diese müssen durch einen Lensflare, übersetzt Linsenlichtreflexion, entstanden sein, der während der Aufnahme im Filmmodus mit einem flachen Kontrast nicht erkannt wurde. Daher wirkt das Bild etwas kontrastärmer und heller. Dieser optische Effekt äußert sich als Streulicht in einem Linsensystem. Durch eine Mattebox in Kombination mit sogenannten „French Flags“ können direkte Sonnenstrahlen vom Objektiv abgeschirmt und somit der Lens Flare verhindert werden. Im Gegensatz zur ARRI Alexa Plus, hatte die BMCC bei der Aufnahme des Szenarios keine Mattebox vor dem Objektiv. Reflexionen die durch die frontale Lichtquelle entstanden sind, konnten somit im Objektiv Streulicht erzeugen und verfälschten das Bild.



Abbildung 31: 100% Ansicht des Bildausschnittes mit REC709 Links: BMCC Rechts: ARRI Alexa Plus<sup>132</sup>

In Abbildung 31 ist die unterschiedliche Schärfentiefe deutlich erkennbar. Die BMCC löst die Struktur des Bluescreens noch auf und ein leichtes Farbmoiré entsteht. Bei der

<sup>131</sup> Eigene Quelle

<sup>132</sup> Eigene Quelle

Alexa hingegen ist die Struktur durch die geringere Schärfentiefe des größeren S35 Bildsensors nicht zu erkennen und somit entsteht ein einheitliches Blau. Die Schärfe der Blätter wirkt bei beiden Aufnahmen erstaunlich gleich. Lediglich an sehr dünnen Linien, welche in der Abbildung 31 mit einer roten Markierung versehen wurde, werden die abgebildeten Details der BMCC schwächer.

Das Keying, zu deutsch Stanzverfahren, erzeugt einen transparenten Bildbereich, differenziert nach bestimmten Bildinformationen. So ist es möglich, ein Vordergrundbild mit einem Hintergrundbild zu kombinieren. Dieser Bereich kann aufgrund von Luminanzwerten (Luminaz Key) oder Chrominanzwerten (Chroma Key) festgelegt werden. Für eine saubere Trennung von Bildvorder- und Bildhintergrund muss sich der auszustanzende Bereich markant vom Rest des Bildes unterscheiden. Für einen Chroma Key kommt es dabei besonders auf die ausreichende Farbinformationen im Bild an. Es sollte möglichst ein RGB Signal vorliegen.<sup>133</sup>

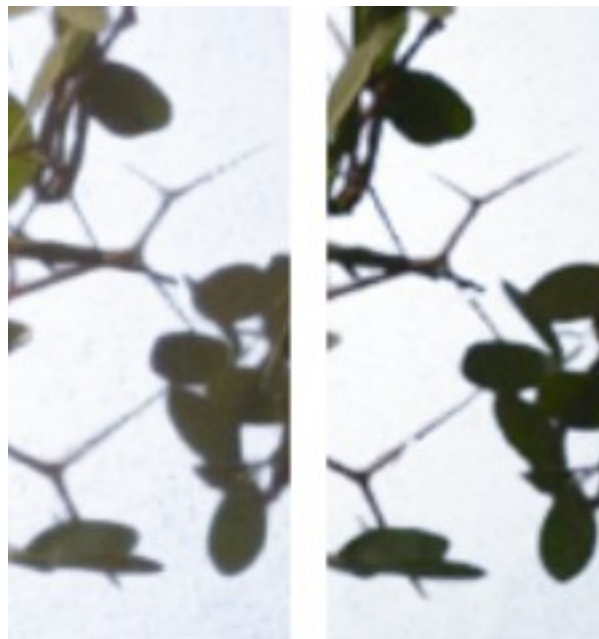


Abbildung 32: 150% Ansicht des Bildausschnittes mit Chrominanzkey Links: BMCC Rechts: ARRI Alexa Plus<sup>134</sup>

Mittels Photoshop CS5 wurde ein Chroma Key für die Blauanteile des 16 Bit TIFF Bildes der Abbildung 32 festgelegt, um die Miniaturenblätter freizustellen. Damit sich der Bildvordergrund besser beurteilen lässt, wurde in die Hintergrundebene Weiß einge-

<sup>133</sup> Vgl. Schmidt, 2009: S. 628 ff.

<sup>134</sup> Eigene Quelle

fügt. Optisch-subjektiv ist festzustellen, dass das Bild der Alexa durch den homogenen Bluescreen ein geringfügig besseres Chroma keying zulässt. Jedoch ist es bemerkenswert, dass zwei Kameras in so unterschiedlichen Preiskategorien ein nahezu identisches Bild liefern.

Die RAW Qualität der BMCC kommt somit dem ARRIRAW unter den erläuterten Testbedingungen sehr nahe. Da dieser Versuch zu Vergleichszwecken nur mit dem FullHD Signalen beider Kameras ausgewertet wurde, ist er nur bedingt repräsentativ und soll als Einordnungshilfe der BMCC in das Angebot der digitalen Filmkameras dienen.

## 4 Praxiseinsatz

Im Folgenden werden Erfahrungswerte dargestellt, die mit der BMCC in professionellen Aufnahmesituationen gemacht wurden. Außerdem sollen Anwendungsbereiche erläutert und mit den gewonnen Erkenntnissen aus dem vorangegangenen Kameratest untermauert werden. Ferner wird eine Auswahl an Zubehör im kommenden Abschnitt vorgestellt.

### 4.1 Eine Auswahl an Zubehör

Bezüglich der nicht standardisierten und kompakten Bauweise der BMCC, ist ein professionelles Drehen nur mit entsprechendem Zubehör möglich. Viele Dritthersteller, darunter Zaguto, Bebob, redrock oder ARRI führen Kamerakäfige und Rigssysteme speziell für die BMCC in ihrem Sortiment. Blackmagic Design selber bietet die Blackmagic Cinema Camera Handles als Zusatz für das Kamerapaket für 190 € an.<sup>135</sup> Die Griffe helfen die 1,7 kg schwere Kamera zu stabilisieren, lassen aber ein Verstellen der Blende oder Fokussieren während des Drehs nicht zu, sodass ein professionelles Arbeiten damit nur in Ausnahmefällen möglich ist. Empfehlenswert können diese Griffe bei diversen Laufszenarien oder Verfolgungen von Gesprächspartnern sein. Voraussetzung wäre ein gleichmäßig gut ausgeleuchtetes Setting und eine geringe Brennweite, um die Schärfentiefe groß zu halten. Somit müssten während des Drehs keine Korrekturen an der Blende oder Schärfe gemacht werden und die Kamera würde durch die Blackmagic Design Handles gut stabilisiert.

---

<sup>135</sup> Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2013, <http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/mo-dels>, Stand: 02.04.2013

### 4.1.1 Professionelle Rigsysteme

Für die meiste mobile Kameraarbeit wird jedoch ein Rigsystem für ein ergonomisches Drehen empfohlen. Grundsätzlich sollte das Rig stabil, aber trotzdem leicht sein. Eine Schulterstütze ist verbreiteter als ein Bruststütze, da das Gewicht und der frontlastige Aufbau der BMCC, mit einem Objektiv und anderem Zubehör ausgestattet, auf Dauer für ein System wie beispielsweise das Zaguto Blackmagic Striker aus eigener Erfahrung zu schwer ist.



Abbildung 33: Zaguto Blackmagic Striker<sup>136</sup>

Je nach Anwendungsbereich muss der Kameramann einschätzen, welches Zusatzequipment an die Kamera zur besseren Umsetzung des Drehs installiert werden muss.

Für ein besonders kleinen Aufbau, bei dem kaum weiteres Zubehör für die BMCC benötigt wird, reicht schon ein Schulterrig, welches eigentlich für DSLRs konzipiert wurde, um die Kamera zu stabilisieren.



Abbildung 34: Foton Rigsysteme<sup>137</sup>

<sup>136</sup> Vgl. Zaguto USA, 2013, <http://store.zacuto.com/blackmagic-striker/> , Stand: 12.07.2013

<sup>137</sup> Vgl. FOTON, 2012, <http://www.fotonexport.com/offer.php?cat=1> , Stand: 12.07.2013



Die Vorteile eines solchen Rigs, wie es beispielsweise die Firma Foton anbietet, sind der schnelle Aufbau und die leichte Bauweise. Bei der Benutzung des Rigs bleiben die Hände frei um die Kamera den gegebenen Drehsituationen anzupassen. Für zusätzliches Zubehör, wie ein Follow Focus oder ein externen Monitor, ist jedoch kein Platz vorhanden. Die externe Stromspeisung der BMCC, welche für ein professionelles Arbeiten über eine Stunde hinweg nötig ist, könnte bei diesem Aufbau, das System von Hawk-Woods übernehmen.



Abbildung 35: Hawk-Woods DV-BMS Adapter<sup>138</sup>

Der Adapter aus der Abbildung 35 wird einfach auf der BMCC angebracht und liefert je nach Kapazität des verwendeten Akkus der Firma Sony eine Verdopplung der Laufzeit.

Für ein vollausgestattetes erweiterbares BMCC-Rigsystem sollte die Akkulösung integriert sein. Modelle der Firma REDROCKmicro, Kinomatik oder ARRI, liefern diese Option, da sie mit einer V-Mount-Adapterplatte ausgestattet sind.

---

<sup>138</sup> Vgl. Hawk-Woods Ltd., 2013, <http://www.hawkwoods.com/products/details/detailsB.php?code=dv-bms&mainMenuItemToSlide=17&asi=DV-C1&asi2=DV-F970&asi3=DV-MC2>, Stand: 12.07.2013



Abbildung 36: (v.l.n.r.) ultraCage for Blackmagic, MOVIEtube PR HD, ARRI kit für die Blackmagic<sup>139</sup>

Die V-Mountakkus erzeugen im Schulterbereich des Rigs das benötigte Gegengewicht, um den vorderen Schwerpunkt der Kamera zu entlasten. Ein gut ausgewogenes Rig ermöglicht längere Drehzeiten und liegt zudem mit einer Dreipunktauflage stabil am Körper des Kameramannes. Außerdem können die hochkapazitiven Akkus neben der BMCC weiteres Zubehör wie Monitor oder Abstandsmesser mit Strom speisen. Dank des über der BMCC installierten Griffes ist das modulare Rig handlicher und lässt sich besser transportieren.

Alle drei Rigtypen besitzen außerdem die Möglichkeit einen Follow Focus, zu deutsch auch Schärfesystem, zu installieren. Wie in der Abbildung 36 nachzuvollziehen ist, kann der Follow Focus für Rechts- oder Linkshänder an beiden Seiten des Objektivs ergänzt werden. Mittels unterschiedlicher Zahnradgrößen, lässt sich der Weg des Schärfezugs je nach Objektiv vergrößern oder verkleinern. Für die Fotografie entwickelte EF-Objektive, welche teilweise eine sehr kleine Schärfentiefe besitzen, lassen dadurch akkurates Schärfen im Bild zu. Die geringe Schärfentiefe der Filmästhetik erfordert in diesem Bereich erhöhte Präzision.

Für die BMCC werden aufgrund des Crop-Faktors größtenteils Weitwinkelobjektive genutzt. Gerade bei gegenlichtigen Szenarien können dadurch vermehrt ungewollte Lens Flares entstehen.<sup>140</sup> Die auch als Kompendium bezeichnete Mattebox bietet einen Schutz für das jeweilige verwendete Objektiv. Neutrale Dichtefilter werden in den gängigen Abstufungen 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 vor das Objektiv in der Mattebox integriert. Der Neutraldichtefilter 0.3 schluckt eine Blende Licht. Bei Verwendung von ND 0.6 muss

<sup>139</sup> Vgl. Redrock Microsystems, LLC., 2013, ultraCage for Blackmagic, <http://store.redrockmicro.com/Catalog/ultraCage-blue-for-Blackmagic-Cinema-Camera-shouldermount-rigs>  
KINOMATIK GbR, 2012, MOVIEtube PR HD, <http://www.kinomatik.com/>  
Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG, 2013, ARRI-Kit for Blackmagic, [http://www.arri.com/camera/pro\\_camera\\_accessories/ready\\_to\\_shoot\\_kits.html?item=169&cHash=89a79f6cfb37bd6ec17d4cceca6d7417](http://www.arri.com/camera/pro_camera_accessories/ready_to_shoot_kits.html?item=169&cHash=89a79f6cfb37bd6ec17d4cceca6d7417),  
Stand: 12.07.2013

<sup>140</sup> Vgl. Schenk, Long, 2012: S. 69 f.

dementsprechend 2 Blenden aufgeblendet werden.<sup>141</sup> Dieser Effekt wird beim Dreh mit der BMCC für eine filmische Schärfentiefe besonders relevant. Wie unter Punkt 3.2.6 beschrieben erzeugt der kleinere Bildsensor eine geringere Schärfentiefe als beispielsweise eine 5DMII. Die Schärfentiefe wird durch eine möglichst offene Blende maximiert. Durch hohe ND-Filter vor dem Linsensystem kann mit der BMCC auch bei sonnigen Szenarien offenblendig gedreht und die Schärfentiefe dadurch minimiert werden. Bei der Verwendung von hohen ND-Filtern ab 0.9, sollte ein zusätzlicher Infrarot-Beschnitt integriert sein, damit die störende Infrarot-Strahlung die Abbildungsqualität des Sensors nicht beeinträchtigen kann.

## 4.1.2 Zusätzliches Monitoring

Für die bessere Beurteilung des Kamerabildes ist ein elektronischer Sucher oder ein leuchtstarker und kontrastreicher Zweitmonitor effektiv. Aus den unter Punkt 2.2 erläuterten Gründen ist das Display der BMCC nur bedingt für den professionellen Einsatz nutzbar.



Abbildung 37: (v.l.n.r.) Alphasat EVF-035W-3G, Zagato Z-FinderEVF Pro<sup>142</sup>

Da die BMCC lediglich einen HD-SDI Ausgang hat, ist es von Vorteil, dass der elektronische Sucher EVF-035W-3G der Firma Alphasat das SDI Signal durchschleifen kann. Der aktuell einzige SDI Sucher auf dem Markt ermöglicht die Beurteilung des Bildes unabhängig von der gegebenen Lichtsituation. Auch die Beurteilung der Schärfe wird durch den Sucher erleichtert. Klappt man die Sucherlupe hoch, kommt das 3,54“ Zoll große Retina Display zum Vorschein. Durch die integrierten Messinstrumente Waveform und Vektorskop lassen sich die Bildeigenschaften besser kontrollieren. Die BMCC

<sup>141</sup> Vgl. Möllering, Slansky, 1993: S.161

<sup>142</sup> Vgl. Alphasat Broadcast Electronics, 2013, Alphasat EVF-035W-3G, <http://www.alphasat.tv/evf.html>,  
Zagato USA, 2013, Z-FinderEVF Pro, <http://www.zagato.com/zfinderevf>,  
Stand: 12.07.2013

selber bietet diese Messmethoden kameraintern nicht an. Nur durch ein via Thunderbolt angeschlossenes Endgerät, auf dem die mitgelieferte Software UltraScope installiert ist, werden Waveform und Vektorskop bereit gestellt. Die für die bessere Arbeit mit einer HD/SLR-Kamera entworfenen elektronischen View Finder, kurz EVF, sind meist nur mit einem HDMI Input ausgestattet. Um beispielsweise den im Vergleich zum EVF-035W-3G günstigeren Zagato Z-Finder EVF Pro an der BMCC nutzen zu können, muss das Signal der Kamera durch einen SDI zu HDMI Wandler konvertiert werden.



Abbildung 38: (v.l.n.r.) TVLogic VFM-056WP, smallHD AC7 OLED SDI<sup>143</sup>

Sogenannte Fieldmonitore zeichnen sich durch ihre sehr gute Schärfe-, Kontrast- und Farbwiedergabe aus. Sie sind sehr blickwinkelstabil und haben oft Messinstrumente wie beispielsweise Vektorskop, Waveform, Zebra oder FalseColor integriert. Durch ihre leichte Bauweise lassen sie sich unter anderem per Magic-Arm an einem Kamerarig installieren. Als Beispiel kann hier der TVLogic VFM-056WP genannt werden, der sich durch ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis von der Konkurrenz absetzt. Einen Schritt weiter geht der mit OLED Panel ausgestattete AC7 von smallHD. Die Firma wirbt mit einem unendlichen Kontrastumfang, da OLED Displays nicht hintergrundbeleuchtet sind, sondern jedes Pixel für sich eine Helligkeit wiedergibt.<sup>144</sup> Zusätzlich kann zu diesem Monitor ein sehr effektiver Sonnenschutz erworben werden.

143 Vgl. TVLogic US, 2013, TVLogic VFM-056WP, <http://www.tvlogicusa.com/product/product.php?model=VFM-056W/WP>, smallHD, 2013, smallHD AC7 OLED SDI, <http://www.smallhd.com/products/ac7/index.html>, Stand: 12.07.2013

144 Vgl. smallHD, 2013, <http://www.smallhd.com/products/ac7/index.html>, Stand: 12.07.2013

### 4.1.3 Zubehör für die Tonaufnahme

Unter Punkt 2.6 wurde auf die niedrige Qualität des internen Mikrofons der BMCC eingegangen. Ein externes Mikrofon ist für den professionellen Einsatz vorausgesetzt. Als Audioinput lässt die BMCC aufgrund des Kameragehäuses nur Klinkenbuchsen zu. Audio-Meter sind im Live-View bisher nicht integriert. Das Aussteuern des Audiosignals während der Filmaufzeichnung über den Touchscreen ist nicht möglich.



Abbildung 39: (v.l.n.r.) juicedLink BMC366, juicedLink RA333<sup>145</sup>

Die Firma juicedLink produzierte bisher externe Tonmischer für die DSLR Sparte. Mit diesem BMC366 hat juicedLink einen Low-Noise Preamp für die BMCC entwickelt. Die Vorteile sind drei XLR-Buchsen, 48V / 12 V Phantomspannung, ein integrierter rauscharmer Vorverstärker, den direkten Zugriff auf den Audiopegel über Potentiometer und der kleine leichte Formfaktor. Sollte Blackmagic Design zukünftig keine Audio-Meter in die Software integrieren, wäre das juicedLink RA333 eine Alternative, die dieses Feature bietet.

Die in diesem Kapitel vorgestellte Hardware, stellt nur einen Auszug aus dem vielfältigen Angebot an Zubehör für die BMCC dar.

<sup>145</sup> Vgl. juicedLink, LLC., 2013, juicedLink BMC366, RA333 Riggy Assist <http://www.juicedlink.com/blackmagic-cinema-camera>, Stand: 13.07.2013

### 4.1.4 Zubehör für die Studioumgebung

Wird die Kamera im Studiobereich vom Stativ aus geführt, reicht meist ein Kamerakäfig mit einem integrierten Akkukonzept, um die BMCC komfortabel zu betreiben. Das Bebob Pro-Kit-BM erlaubt zusätzlich das Anbringen eines Follow Focus Systems bzw. von weiterem Zubehör.<sup>146</sup>



Abbildung 40: LANC Fernsteuerungen von Manfrotto, Canon und VariZoom<sup>147</sup>

Der in die BMCC integrierte 2,5 mm LANC-Anschluss lässt die Verbindung zu externen Bedienelementen zu und vereinfacht somit zusätzlich einen Studioeinsatz. Kann das angebrachte EF-Objektiv an der Kamera elektronisch gesteuert werden, ist der Zugriff auf die Blende, Schärfte, Record, Start und Stopp über eine Hinterkamerabedienung möglich.

## 4.2 Motivation und Hindernisse im Umgang mit der BMCC

Mit Blackmagic Design's erster digitalen Filmkamera bietet die australische Firma mit einer internen 12 Bit RAW-Aufzeichnung den Marktgrößen ARRI, Canon, RED und Sony Konkurrenz. Abgesehen vom vergleichbar günstigen Kamerapreis bleiben auch Teile des Zubehörs erschwinglich, da offene Standards, wie die SSD-Speichermedien oder die Cinema DNG RAW-Aufzeichnung gewählt wurden. Hersteller wie Sony lassen

<sup>146</sup> Vgl. Teltec GmbH, 2013, [http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p28187\\_HD/DV/Bebob\\_PRO\\_KIT\\_BM.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p28187_HD/DV/Bebob_PRO_KIT_BM.html), Stand: 12.07.2013

<sup>147</sup> Vgl. SOLORIO, 2012, [http://library.creativecow.net/solorio\\_marco/NAB\\_2012-BMD-Cinema-Camera/1](http://library.creativecow.net/solorio_marco/NAB_2012-BMD-Cinema-Camera/1), Stand: 12.07.2013



sich Firmware-Upgrades für die RAW-Ausgabe bezahlen, wie aktuell bei FS700 zu sehen ist.<sup>148</sup>

Wie groß der Verschleiß des SATA Ports in der Kamera und an den SSD's ausfällt, kann nur ein Dauereinsatz beweisen. Eigene Erfahrungen zeigen, dass es öfter zu Initialisierungsproblemen der SSD in der Kamera kommen kann. Durch erneutes Einsetzen wurde das Problem bisher immer behoben. Von der Verwendung nicht zertifizierter SSD's ist abzuraten. Da der Slot der BMCC für 9 mm hohe Disks ausgelegt ist, sollten keine ebenfalls auf dem Solid State Markt befindlichen 7,5 mm hohen SSD's verwendet werden, da sie im Kameraslot Spiel haben und somit eine sichere Aufzeichnung nicht gewährleistet ist. Blackmagic Design bietet zwar eine Disk Speed Test Programm in ihrem Softwarepaket für die BMCC an, jedoch schilderten viele Nutzer von Problemen mit nicht zertifizierten SSD's. Ist ein Speichermedium nicht für die RAW-Aufzeichnung geeignet, symbolisiert die Kamera durch einen blinkenden RAW-Schriftzug am unteren Rand des Live-Views ausgelassene Bilder. Außerdem kann es zu ausgelassenen Bildern kommen, sollte eine SSD vor Beginn der Aufzeichnung nicht formatiert sein. Darüber hinaus muss Blackmagic Design den Umgang mit den SSD's erweitern. In der aktuellen Firmware 1.3 ist es nicht möglich einzelne Clips zu löschen oder die SSD zu formatieren.

Die MCC, wie es der Name schon suggeriert, soll die Möglichkeit bieten, einen Filmlook zu generieren. Neben der Schärfentiefe ist der Dynamikumfang des Sensors dafür verantwortlich, ab wann beispielsweise Spitzlichter abgeschnitten werden und ein filmisch wirkendes Material entsteht. Aus den Praxiserfahrungen mit der vorhandenen HDLSR-Technik, ist dieser Bereich bei der elektronischen Bildumsetzung besonders schmal und wird regelrecht beschnitten. Im Gegensatz dazu steht das Filmnegative, welches durch eine logarithmische Kennlinie, Spitzlichter weicher abrundet.<sup>149</sup> Die MCC liefert wie unter Punkt 3.2.1 getestet, gegenüber der 5DMII einen größeren Dynamikumfang. In Verbindung mit der AW-Aufzeichnung und einer logarithmischen Aufnahmekennlinie, nähert sich die MCC stark der Empfindlichkeit von Filmnegativ an und das zum Preis einer HDCLR-Kamera.

Jedoch kann so generiertes AW die Speicherkapazitäten in Low-Budget-Produktionen, die sich keine andere Kameramiete leisten können, schnell übersteigen. Da zwei Stunden MCC-AW schon einen TeraByte<sup>150</sup> Speicherkapazität veranschlagen, ist die Umset-

---

148 Vgl. Sony Electronics Inc., 2013, [http://www.pro.sony.eu/pro/lang/en/tr/press/pr-hxr-ifr5-camcorder?SM=FB1&src=200613\\_post\\_HXRIFR5\\_](http://www.pro.sony.eu/pro/lang/en/tr/press/pr-hxr-ifr5-camcorder?SM=FB1&src=200613_post_HXRIFR5_), Stand: 13.07.2013

149 Vgl. Schmidt, 2009: S. 305

150 Vgl. Teltec GmbH, 2013, [http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p27616\\_HD/DV/Blackmagic\\_Cinema\\_Camera\\_EF.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p27616_HD/DV/Blackmagic_Cinema_Camera_EF.html),

zung eines Dokumentar- oder Featurefilms mit vergleichsweise größerem Materialaufkommen nur mit entsprechendem Kapital umsetzbar. Die Möglichkeit auch im Apple ProRes 422 eine logarithmische Kennlinie zu verwenden und damit einen ähnlichen Dynamikumfang zu erhalten, kostet weniger Produktionsmittel für die Datenspeicherung. Jedoch muss auch die Farbkorrektur dieses Materials in die Mittel einkalkuliert werden.

Ist die Frage des Aufnahmeformates und der damit verbundenen Datenspeicherung geklärt, sorgt die Wahl der Objektive für den abschließenden Look der Filmaufnahmen. Der mit der EF-Version verbundene Crop-Faktor ist ein überwindbares Hindernis, dennoch ist man gezwungen, zusätzliche Vorüberlegungen in die Objektiv-Wahl anzustellen. Für Promotionszwecke wird die BMCC oft mit den Compact Primes CP.2 der Firma Zeiss in Verbindung gebracht.<sup>151</sup> Nutzt man allein das Set der CP.2 Linsen wegen der hohen Qualität der Hardware und Bildwiedergabe, kann es zu Einschränkungen des Bildwinkels kommen. Will man beispielsweise einen Kurzfilm in einer Wohnung realisieren und nutzt die kleinste Brennweite der Reihe von 15 mm<sup>152</sup>, ergibt dies, wie im Punkt 2.5 erläutert, an der BMCC einen Bildwinkel von 35 mm. Je nach Größe der Wohnung kann diese Einschränkung schnell ein Problem für totale Einstellungen innerhalb des Drehs werden. Der EF-Mount in Beziehung auf die Sensorgröße verlangt dementsprechend weitwinkliger Objektive, welche möglichst wenig verzerren. Die Auswahl an solch qualitativ hochwertigen Optiken in Verbindung mit einer möglichst kleinen Blende ist stark begrenzt. Einige Möglichkeiten wurden im Punkt 2.9 aufgezeigt. Praxiserfahrungen mit der MFT-Version der BMCC konnten für diese Thesis nicht gesammelt werden.

Mittels eines Rigsystems ist das besondere Kameragehäuse für einen professionellen mobilen Einsatz tauglich. Gerade Kameramänner die das Arbeiten mit HD/SLR-Technik gewohnt sind, besitzen meist solche Handkameraarbeit stabilisierenden Systeme. Die Umstellung zur BMCC ist in diesem Bereich nicht besonders groß. Die Dauer für den Aufbau eines solchen Systems steht im Zusammenhang mit dem Umfang des installierten Zubehörs und unterscheidet sich ebenfalls nicht von der bekannten HD/SLR-Technik. Für die professionelle Arbeit mit der BMCC wird an einem Schulterrig zusätzlich ein Akkukonzept für die Kamera und das Zubehör, ein Follow Focus System, ein

---

Stand: 14.07.2013

<sup>151</sup> Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2012,

<http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/techspecs/>, Stand: 14.07.2013

<sup>152</sup> Vgl. Carl Zeiss AG, 2010, [http://lenses.zeiss.com/camera-lenses/en\\_de/cine\\_lenses/compact\\_lenses/compact\\_prime\\_lenses.html](http://lenses.zeiss.com/camera-lenses/en_de/cine_lenses/compact_lenses/compact_prime_lenses.html), Stand: 14.07.2013



externer Monitor oder EVF und ein Audiomischer in Verbindung mit einem externen Mikrofon benötigt.

Blackmagic Design's Ziel gegenüber den HD/SLR-Kameras, einen schärferen, kontraststarken und größeren Live-View zu integrieren, wurde nur im letzteren Punkt erfüllt. Das Touchdisplay besitzt nicht genügend Helligkeit sowie Blickwinkelstabilität und macht dementsprechend gerade bei sonnigen Drehbedingungen einen externen Monitor bzw. EVF für den Kameramann unausweichlich. Außerdem wird ein externes Livebild nötig, wenn man mit der BMCC in diversen Winkeln drehen möchte, in denen der Blick auf das festinstallierte Display nicht mehr möglich wird.

Das Kameramenü ist sehr übersichtlich und aufgeräumt. Durch die Bedienung über den Touchscreen ist das Ändern diverser Kameraattribute teils sehr flink und teils unnötig erschwert. Beispielsweise gelangt man mit einer Berührung des Displays direkt in die Metadatenübersicht. Dies ist ein sehr sinnvolles Feature, um Drehbegebenheiten für die Postproduktion festzuhalten und lässt sich anstandslos über die Touchtastatur bedienen. Jedoch wird diese Aktion lediglich zu Beginn eines Drehs benötigt. Zu oft gerät man durch eine versehentliche Berührung auf den Touchscreen in dieses Menü. Außerdem landet man des Öfteren ungewollt in der Metadatenübersicht, obwohl durch doppeltes Berühren des Touchpanels eigentlich ein digitales Heranzoomen aktiviert werden sollte. Für den genauen Weißabgleich, der beim Dreh mit Apple ProRes 422 und der linearen Video-Gammakurve durchaus eine Rolle spielt, sollten mehrere Abstufungen möglich sein, wie im Abschnitt 3.2.4 erläutert wurde. Eine Anzeige für den Tonpegel sowie einen aktuellen Füllstand der SSD sind weitere wichtige Features, die in der aktuellen Firmware fehlen. Hier ist eine Optimierung seitens Blackmagic Design nötig.

## 5 Zusammengefasste Ergebnisse

Mit der theoretischen Grundlage der Eigenschaften der BMCC aus Kapitel 2, den empirisch gewonnen Erkenntnissen aus dem unter Kapitel 3 erstellten Kamertest und den eigenen Praxiserfahrungen im Umgang mit der BMCC soll in diesem Kapitel die Fragestellung abschließend geklärt werden, inwiefern diese Kamera das Potential hat eine revolutionäre Veränderung auf dem derzeitigen Markt der digitalen Filmkameras zu bewirken.

Blackmagic Design verursachte mit der vergleichsweise stillen Neuankündigung der BMCC auf der NAB-Show 2012 eine kleine Sensation. Eine interne 2,5 K 12 Bit RAW-Aufzeichnung in einem so dedizierten und robusten Formfaktor und zusätzlich eine professionellen Grading Software für einen Preis von 3000€ kann bis heute kein anderer Hersteller bieten. Auf die positiv gestimmte Fachwelt und die euphorisierten Technikblogger, welche in der BMCC einen „Gamechanger“ oder auch „HDSLR-Killer“ sahen, kam jedoch zuerst eine lange Wartezeit zu, da Blackmagic Design aufgrund von Produktionsproblemen erst ein halbes Jahr nach dem eigentlich promoteten Termin die Produktion begann.

Die ausgeführten Kamerateests beweisen, dass die BMCC eine hohe Bildqualität besitzt. Gegenüber der 5DMII, welche für diese Thesis als Referenz für die derzeitige HDSLR-Technik getestet wurde, kann sie sich besonders durch den großen Dynamikumfang behaupten. Die Möglichkeit eine logarithmische Gammakurve in Verbindung mit einem RAW-Signal aufzunehmen, macht das Bild der BMCC filmisch und bietet genügend Informationen, um in der Farbkorrektur eigene Look's zu kreieren. Unter diesen Gesichtspunkten macht die unter Punkt 3.2.4 getestete verschobene Farbwiedergabe auch keine Probleme, da diese Farbverfälschungen mittels DaVinci Resolve behoben werden können. Wird jedoch mit dem Apple ProRes Codec oder DNxHD und der Video-Gammakurve, beispielsweise für eine Dokumentation, gedreht, für die keine umfangreiche Farbkorrektur vorgesehen ist, kann es durch die wenigen Abstufungen des Weißabgleiches zu Problemen kommen. Hier bietet die 5DMII mehr Optionen, die Kamera genauer an das vorhandene Szenario anzugleichen und gibt dementsprechend ein homogeneres Bild wieder.

Im Auflösungsvermögen unterscheiden sich die getesteten Kameras kaum. Die BMCC bietet geringfügig mehr Details, welche jedoch schnell zu sichtbaren Alias-Effekten und Moirè bei der Überlagerungen von kleinen Rastern führen können. Ein Tiefpassfilter ist in diesem Preissegment nicht in der Kamera enthalten. Der getestete Rolling Shutter Effekt ist außerdem gleich störend bei beiden Kameras vorhanden und einer der Gründe, warum professionelle Anwendungsmöglichkeiten der BMCC begrenzt sind.

Der Super16 ähnliche Sensor der BMCC ist etwas weniger lichtempfindlich und erzeugt eine geringere Schärfentiefe als der Vollformatsensor der 5DMII. Trotzdem gibt Blackmagic Designs erste Cinema Camera ein scharfes und rauscharmes Bild in einer Low-Light-Situation bei 800 ISO wieder.

Der kleine Sensor in Beziehung mit dem EF-Standard verursacht durch den enormen Crop-Faktor, Probleme bei der Wahl von weitwinkligen Objektiven. Der MFT-Standard

der BMCC gibt dem Nutzer gerade auch durch die Möglichkeit, andere Mount-Typen zu adaptierten zusätzliche Perspektiven an Optiken. Trotzdem ergeben sich hier Einschränkungen, da der MFT-Standard nur passiv ist und dies ein elektronisches Ansteuern der Objektive durch die Kamera nicht möglich macht.

Der Vergleich der RAW-Daten mit der ARRI Alexa Plus zeigt das Potential der BMCC. Die Unterschiede waren unter den Testbedingungen in Punkt 3.2.7 gering, sodass es nicht verwunderlich ist, dass die BMCC immer öfter als B-Kamera, gerade auch in Verbindung mit der Alexa zum Einsatz kommt.<sup>153</sup> In der Werbeproduktion „Bosch Tiger“, wurde diese Kamera-Kombination eingesetzt. Da die RAW-Aufzeichnung mit der ARRI Alexa kostenintensiv ist, wurden alle Spezialeffekt Aufnahmen vor Grün mit der BMCC realisiert, wie im Making Of der Werbeproduktion nachzuvollziehen ist.<sup>154</sup> Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich besonders in einem Studioumfeld mit entsprechendem Chroma Keying. Bei eher statische Aufnahmen von Spezialeffekten vor einem Blue- oder Greenscreen kann die Kamera ihr Potential entfalten. In einer solchen statischen Umgebung können auch die sehr sinnvollen Monitoring-Möglichkeiten über das mitgelieferte UltraScope voll ausgeschöpft werden. Aufgrund des Rolling Shutter Effekts ist die BMCC für Aufnahmen mit schnellen Bewegungen beziehungsweise Actionszenen weniger geeignet. Der Zielgruppenmarkt kann vor allem auf den Independent-Filmbereich festgelegt werden, da nur hier genügend Zeit vorhanden ist, um die Eigenheiten der BMCC am Set zu umgehen. Mit der Aufzeichnung von RAW-Daten, ist jedoch auch definitiv eine Farbkorrektur des Materials erforderlich. Wie unter Punkt 3.2.7 festgestellt wurde, ist das Material der BMCC noch kontrastärmer als vergleichbares RAW-Material der ARRI Alexa Plus. Inwiefern der Workflow mit den RAW-Daten für die Farbkorrektur in DaVinci Resolve 9 nutzerfreundlich funktioniert, welche zusätzliche Zeit für die Bearbeitung des Materials und welche Hardwareressourcen benötigt werden, könnte Forschungsgrundlage einer weiteren Bachelor-Thesis sein.

Lässt man die inoffizielle Firmware Magic Lantern für diverse Canon EOS Modelle außer acht, ist die BMCC derzeit die kostengünstigste Variante, um RAW-Daten zu generieren. Jedoch bezahlt man einen zusätzlichen Preis, um das umständliche und spartanische Handling durch die gewöhnungsbedürftige Ergonomie der Kamera mit diversen Zubehör auszugleichen.

Betrachtet man nur den RAW-Workflow, so ist die BMCC ein „Gamechanger“, denn der Hauptargumentationsgrund für diese Kamera ist die RAW-Aufzeichnung und die damit

---

<sup>153</sup> Vgl. Vimeo, LLC., 2013, <http://vimeo.com/62832482>, Stand: 15.07.2013

<sup>154</sup> Vgl. Vimeo, LLC., 2013, <http://vimeo.com/64909205>, Stand: 15.07.2013

verbundene Farbkorrektur mit DaVinci Resolve. Diese Kombination ermöglicht neue gestalterische Freiheiten, welche bei diesem Preis für ganz neue Zielgruppen infrage kommen. Vorausgesetzt sind für dieses Ziel starke Hardwareressourcen und genügend Speicherkapazitäten in der Postproduktion. Damit startet Blackmagic Design in diesem Preissegment eine Revolution.

Jedoch sorgen einige unausgereifte Aspekte, wie der Formfaktor, der kleine Sensor oder die fehlende Option für höhere Bildraten über 30 Bilder pro Sekunde, sowie wichtige fehlende Features in der Firmware dafür, dass der Status des „Gamechangers“ nicht für die komplette Kamera anerkannt werden kann. Das Image eines „DSLR-Killers“ erfüllt die BMCC definitiv nicht, da überwiegend die gleichen Problemstellen auftreten:

- Rolling Shutter, Alias Effekte und Moirè
- für Handkamera Rig mit externe Akkulösung zwingend
- zusätzliches Zubehör wie Monitor oder EVF und Follow Focus nötig
- professionelle Tonaufnahmen nur mit externem Mischer

Es wird einige Kreative geben, die sich die BMCC als Upgrade zu ihrer 5DMII kaufen werden, der Großteil wird jedoch auf Blackmagic Designs zweite Kamera warten und darauf hoffen, dass die Firma sich der Kritikpunkte ihrer ersten Kamera annimmt und verbessert. Die HD-SLR-Kameras werden durch die BMCC nicht obsolet.

Die BMCC hat eine deutliche Signalwirkung und macht den RAW-Workflow, welcher bisher den High-End-Produktionen vorbehalten war, auch im semiprofessionellen Filmbereich möglich. Für andere praktischen Einsatzbereiche mit schnellen Arbeitsabläufen und unvorhersehbarem Drehverhältnis, wie beispielsweise bei Dokumentationen, ist die BMCC aufgrund der in dieser Thesis aufgearbeiteten Besonderheiten eher nicht zu empfehlen.

## 5.1 Die Zukunft der Blackmagic Design Kameras

Während der Bearbeitungszeit dieser Bachelor-Thesis fand die 13. NAB-Show in Las Vegas statt. Blackmagic Design stellte auf dieser Messe sowohl eine Weiterentwicklung der BMCC, die Blackmagic Production Camera 4K, als auch die Blackmagic Pocket Cinema Camera vor. Mit der Production Camera liefert Blackmagic Design nur

ein Jahr nach der Vorstellung der BMCC, eine 4K RAW Kamera für \$4000<sup>155</sup>, die mit einem Super35 mm CMOS Sensor und einem Global Shutter ausgestattet ist. Dadurch entfallen Kritikpunkte der 2012 veröffentlichten Kamera an der Sensorgröße im Zusammenhang mit dem Mount und dem Rolling Shutter Effekt. Die einzige derzeitig vergleichbare Kamera am Markt ist die Sony PMW-F55 zu einem Preis von ca. 28.000 €. <sup>156</sup>

Inwiefern der Global Shutter Einfluss auf den Dynamikumfang und die Low-Light-Eigenschaften der Production Camera hat, wird sich nach der geplanten Veröffentlichung im Juli 2013 zeigen. Während sich die BMCC auf den Independent-Filmbereich als Markt konzentriert soll die Production Camera eindeutig ein professionelleres Klientel ansprechen. Der Formfaktor ist identisch mit der BMCC. Somit können alle für die BMCC gefertigten Rigsysteme und Käfige weiter verwendet werden. Alle mit dem Formfaktor verbundenen Hindernisse und Kritikpunkte der BMCC, werden dementsprechend jedoch auch bei der Production Camera vorhanden sein. Naheliegende Features, wie integrierte Neutraldichtefilter oder zusätzliche Buttons für eine schneller Kontrolle der Kamera, sind weiterhin nicht an der Kamera existent. So bleibt es vorerst offen, ob sich professionelle Kameraleute auf die nötigen Umstellungen mit der Production Camera einlassen.

Die Blackmagic Designs Pocket Cinema Camera hingegen erscheint als größere Revolution mit dem extrem leichten und kleinen Formfaktor. Zu einem Preis von etwa \$1000 soll sie eine Filmqualität bieten, welche der BMCC in nichts nachsteht. <sup>157</sup> Zusätzlich soll der aktive MFT-Mount Objektive elektronisch ansteuern können. Damit wird die Pocket Cinema Camera viele neue Anwendungsbereiche erschließen. Denkbar wäre beispielsweise aufgrund des geringen Formfaktors die Nutzung im stark gewachsenen Markt der Kameradrohnen für Luftaufnahmen.

Es bleibt abzuwarten, inwiefern Blackmagic Design die geplante Veröffentlichung der Kameras im Juli 2013 umsetzen kann. Aus den Lieferproblemen die es mit der MCC 2012 gegeben hat und der damit verbundenen Kritik sollte die australische Firma gelernt haben. Sollte es die Production Camera K für \$4000 pünktlich auf den Markt schaffen, ist Blackmagic Design eine ernstzunehmenden Konkurrenz geworden, auf die bekannte Hersteller wie Sony, ARRI oder RED eine Antwort finden müssen.

---

155 Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2013, <http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicproductioncamera4k/techspecs>, Stand: 16.07.2013

156 Vgl. Teltec GmbH, 2013, [http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p28919\\_HD/DV/Sony\\_PMW\\_F55\\_24\\_Monate\\_0\\_Zinsen.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p28919_HD/DV/Sony_PMW_F55_24_Monate_0_Zinsen.html), Stand: 16.07.2013

157 Vgl. Blackmagic Design Pty. Ltd., 2013, <http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicpocketcinemacamera/techspecs>, Stand: 16.07.2013

## Literaturverzeichnis

### **BÜCHER**

BÖTTGER Dirk: Canon 5D Mark II - Digitale Fotos und Videos professionell erstellen, 2. Auflage 2010

BÖTTGER Dirk: Professionelle Fotografie mit dem CANON-EOS-System, 2. Auflage 2008

BLACKMAGIC Design: Blackmagic Cinema Camera - Installations- und Operations-Anleitung, 2012

LANCASTER Kurt: DSLR CINEMA - Crafting the Film Look with Video, 2011

SCHENK Sonja / LONG Ben: The Digital Filmmaking Handbook, 4. Auflage, 2012

GOLDBERG Norman: Camera Technology: The dark side of the lens, 1992

MASCHKE Thomas: Digitaleameratechnik: Technik digitaler Kamera in Theorie und Praxis, 2004

MAHLER Gerhard: Die Grundlagen der Fernsehtechnik: Systemtheorie und Technik der Bildübertragung, 2005

MÖLLERING Detlef / SLANSKY, Peter C.: Handbuch der professionellen Videoaufnahme, 2. Auflage 1993

SCHMIDT Ulrich: Professionelle Videotechnik, 5. Auflage 2009

POYNTON Charles: Digital Video and HDTV: Algorithms and Interfaces, 2003

VOGEL Andreas: Handbuch HD-Produktion, 2009

**EBOOKS**

EBU Tech 3281:

Methods for the measurement of the characteristics of CCD cameras, 1995

URL: <http://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3281.pdf>

(Stand: 10.05.2013)

NIERHOFF Ulrich: Belichtung, 2013

<http://www.unfoto.de/ebooks/daten/belichtung.pdf>

(STAND: 15.04.2013)

SUDHAKARAN Sareesh: Master Guide to Rigging the Blackmagic Design Cinema Camera, 2013

<http://wolfcrow.com/blog/master-guide-to-rigging-a-blackmagic-design-cinema-camera-part-1/>

(Stand: 14.02.2013)

YOUNG Rick: Shooting with the Blackmagic Cinema Camera, 2013

<http://www.moviemachine.tv/shooting-with-black-magic-cinema-camera-book/>

(STAND: 15.03.2013)

**ONLINEQUELLEN**

Adobe Systems Inc. (2009): CinemaDNG – Image Data Format Specification, URL:

[http://download.macromedia.com/pub/labs/cinemadng/cinemadng\\_p1\\_spec\\_091009.pdf](http://download.macromedia.com/pub/labs/cinemadng/cinemadng_p1_spec_091009.pdf)

(Stand: 15.05.2013)

Alphatron Broadcast Electronics (2013): EVF-035W-3G, URL:

<http://www.alphatron.tv/evf.html>

(Stand: 12.07.2013)

Amazon.com, Inc. (2013): Crucial-CT512M4SSD2 512 GB, URL:

<http://www.amazon.de/Crucial-CT512M4SSD2-512GB-interne-Festplatte/dp/B004W2JL3Y>

(Stand: 13.07.2013)

Apple Inc. (2012): ProRes White Paper, URL:  
[http://images.apple.com/finalcutpro/docs/Apple\\_ProRes\\_White\\_Paper\\_October\\_2012.pdf](http://images.apple.com/finalcutpro/docs/Apple_ProRes_White_Paper_October_2012.pdf)  
(Stand: 10.05.2013)

Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG (2013): ARRI Alexa XT, URL:  
[http://www.arri.de/camera/digital\\_cameras/cameras/camera\\_details.html?product=262&cHash=785adcb92118854eaed6c617d96bb87c](http://www.arri.de/camera/digital_cameras/cameras/camera_details.html?product=262&cHash=785adcb92118854eaed6c617d96bb87c)  
(Stand: 20.06.2013)

Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG (2013):  
ARRI Alexa Vergleichstabelle, URL:  
[http://www.arri.com/cn/camera/digital\\_cameras/cameras/alexamodelcomparison.html](http://www.arri.com/cn/camera/digital_cameras/cameras/alexamodelcomparison.html)  
(Stand: 10.07.2013)

Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co. Betriebs KG (2013):  
ARRI kit for Blackmagic, URL:  
[http://www.arri.com/camera/pro\\_camera\\_accessories/ready\\_to\\_shoot\\_kits.html?item=169&cHash=89a79f6cfb37bd6ec17d4cceca6d7417](http://www.arri.com/camera/pro_camera_accessories/ready_to_shoot_kits.html?item=169&cHash=89a79f6cfb37bd6ec17d4cceca6d7417)  
(Stand: 12.07.2013)

Avid Technology, Inc. (o.J.): AVID DNxHD Codec, URL:  
<http://www.avid.com/US/industries/workflow/DNxHD-Codec>  
(Stand 09.05.2013)

Avid Technology, Inc. (o.J.): AVID DNxHD Codec White Paper, URL:  
<http://www.avid.com/static/resources/documents/solutions/DNxHD.pdf>  
(Stand 09.05.2013)

BLOOM, Philip (2012): A Quick Hands-On with the Blackmagic Design Cinema Camera, URL:  
<http://blog.creativevideo.co.uk/2012/06/a-quick-hands-on-with-the-blackmagic-design-cinema-camera/>  
(Stand: 03.05.2013)

Blackmagic Design Pty. Ltd. (2013): Blackmagic Cinema Camera Handles, URL:  
<http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/models>  
(Stand: 02.04.2013)



Blackmagic Design Pty. Ltd. (2012): Blackmagic Design UltraScope, URL:  
<http://www.blackmagicdesign.com/de/products/ultrascope/>  
(Stand 05.05.2013)

Blackmagic Design Pty. Ltd. (2012):  
Blackmagic Design Cinema Camera Produkt Website, URL:  
<http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagiccinemacamera/>  
(Stand: 02.05.2013)

Blackmagic Design Pty. Ltd. (2013):  
Blackmagic Design Cinema Camera 4K Produkt Website, URL:  
<http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicproductioncamera4k/techspecs>  
(Stand: 24.05.2013)

Blackmagic Design Pty. Ltd. (2013):  
Blackmagic Design Pocket Camera technische Daten, URL:  
<http://www.blackmagicdesign.com/products/blackmagicpocketcinemacamera/techspecs>  
(Stand: 16.07.2013)

BET (2012): BET – Broadcast Engineering and Training:  
Suchwort: Videofrequenzbandbreite, URL:  
<http://www.bet.de/Lexikon/Begriffe/Videofrequenzbandbreite.htm>  
(Stand: 20.05.2013)

Canon Inc. (2008): Canon EOS 5D Mark II Spezifikationen, URL:  
[http://www.canon.co.uk/Images/EOS%205D%20Mark%20II\\_Specifications%20Sheet\\_tcm14-548722.pdf](http://www.canon.co.uk/Images/EOS%205D%20Mark%20II_Specifications%20Sheet_tcm14-548722.pdf)  
(Stand: 28.05.2013)

Canon Inc. (2013): Canon EOS 5D Mark III Spezifikationen, URL:  
[http://www.canon.de/For\\_Home/Product\\_Finder/Cameras/Digital\\_SLR/EOS\\_5D\\_Mark\\_III/#p-specification1](http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/EOS_5D_Mark_III/#p-specification1)  
(Stand: 23.05.2013)

Canon Inc. (2008): Canon Pressemitteilung zur EOS 5D Mark II vom 17.09.2008, URL:  
[http://www.canon.co.uk/Images/EOS%205D%20Mark%20II\\_press\\_release\\_EM-v1\\_0%5B1%5D\\_tcm14-548723.pdf](http://www.canon.co.uk/Images/EOS%205D%20Mark%20II_press_release_EM-v1_0%5B1%5D_tcm14-548723.pdf)  
(Stand: 10.05.2013)

Canon Inc. (2012): Canon CMOS Sensor, URL:  
[http://www.canon.de/For\\_Home/Product\\_Finder/Cameras/Digital\\_SLR/Technologies\\_Features/CMOS\\_Sensor.aspx](http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/Technologies_Features/CMOS_Sensor.aspx)  
(Stand: 27.05.2013)

Canon Inc. (2012): Canon Produktseite der C300, URL:  
[http://www.canon.de/For\\_Home/Product\\_Finder/Digital\\_Cinema/Cinema\\_EOS\\_Cameras/EOS\\_C300\\_PL/](http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Digital_Cinema/Cinema_EOS_Cameras/EOS_C300_PL/)  
(Stand: 09.05.2013)

Carl Zeiss AG (2010): Compact Prime CP.2 Lenses, URL:  
[http://lenses.zeiss.com/camera-lenses/en\\_de/cine\\_lenses/compact\\_lenses/compact\\_prime\\_lenses.html](http://lenses.zeiss.com/camera-lenses/en_de/cine_lenses/compact_lenses/compact_prime_lenses.html)  
(Stand: 14.07.2013)

SOIORIO, Marco (2012): Is the New Blackmagic Cinema Camera the HD/SLR Killer?, URL: [http://library.creativecow.net/solorio\\_marco/NAB\\_2012-BMD-Cinema-Camera/1](http://library.creativecow.net/solorio_marco/NAB_2012-BMD-Cinema-Camera/1)  
(Stand: 12.07.2013)

ANKENEY, Jay (2012): Creative Planet – First Field Reports from the BMCC, URL:  
<http://www.creativeplanetnetwork.com/dv/feature/camera-class-first-field-reports-blackmagic-cinema-camera/60989>  
(Stand: 05.06.2013)

Codex Digital (2013): Codex Produktwebsite, URL:  
<http://www.codexdigital.com/products/recorders/codex-onboard-s-plus>  
(Stand: 10.07.2013)

Convergent Design, Inc. (2013): ARRIRAW Option for Gemini 4:4:4, URL:  
<http://www.convergent-design.com/products/gemini444/arriraw.aspx>  
(Stand: 10.07.2013)

Cyberport GmbH (2013): Panasonic Lumix G 20mm f/1.7 Pancake (MFT), URL:  
<http://www.cyberport.de/?DEEP=7805-104&APID=14>  
(Stand 18.03.2013)

Esser Test Charts (o.J): TE 108 A Datenblatt, URL:  
[http://www.image-engineering.de/datasheets\\_manuals/testcharts/TE108\\_A\\_datasheet.pdf](http://www.image-engineering.de/datasheets_manuals/testcharts/TE108_A_datasheet.pdf)  
(Stand: 15.05.2013)

Esser Test Charts (o.J): TE158 A Datenblatt, URL:  
[http://image-engineering.de/datasheets\\_manuals/testcharts/TE158\\_A\\_datasheet.pdf](http://image-engineering.de/datasheets_manuals/testcharts/TE158_A_datasheet.pdf)  
(Stand: 18.05.2013)

Esser Test Charts (o.J): TE 188 A Datenblatt, URL:  
[http://www.image-engineering.de/datasheets\\_manuals/testcharts/TE188\\_A280\\_datasheet.pdf](http://www.image-engineering.de/datasheets_manuals/testcharts/TE188_A280_datasheet.pdf)  
(Stand: 24.05.2013)

film-tv-video.de (2013):  
ARRI nennt Preise und Verfügbarkeit für Alexa-XT-Modelle und Upgrades, URL:  
[http://www.film-tv-video.de/index.php?id=newsdetail&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=43264&no\\_cache=1](http://www.film-tv-video.de/index.php?id=newsdetail&tx_ttnews%5Btt_news%5D=43264&no_cache=1) ,  
(Stand: 10.07.2013)

FOTON (2012): Rigsysteme, URL:  
<http://www.fotonexport.com/offer.php?cat=1>  
(Stand: 12.07.2013)

Hawk-Woods Ltd. (2013): Hawk-Woods DV-BMS Adapter, URL:  
<http://www.hawkwoods.com/products/details/detailsB.php?code=dv-bms&mainMenuItemToSlide=17&asi=DV-C1&asi2=DV-F970&asi3=DV-MC2>  
(Stand: 12.07.2013)

IRT GmbH (2011): Institut für Rundfunktechnik – Technische Richtlinien, URL:  
<http://www.irt.de/de/publikationen/technische-richtlinien.html>  
(Stand: 09.05.2013)

juicedLink, LLC (2013): juicedLink BMC366, RA333 Riggy Assist, URL:  
<http://www.juicedlink.com/blackmagic-cinema-camera>  
(Stand: 13.07.2013)

KAUFMANN, Tim (2010):

Staffel-Finale von "Dr. House" komplett mit Canon 5D Mark II gedreht, URL:

<http://www.gizmodo.de/2010/04/14/staffel-finale-von-dr-house-komplett-mit-canon-5d-mark-ii-gedreht.html>, (Stand: 12.05.2013)

LAM, Kristian (2012):

Autofocus & Image Stabilisation, URL:

<http://forum.blackmagicdesign.com/viewtopic.php?f=2&t=135>

(Stand 17.05.2013)

magiclantern.fm (2013): Forum: 14-Bit RAW video Builds for 5D2, URL:

<http://www.magiclantern.fm/forum/index.php?topic=5533.msg37819#msg37819>

(Stand: 10.07.2013)

KINOMATIK GbR (2012): Kinomatik MOVIEtube PR HD, URL:

<http://www.kinomatik.com/>

(Stand: 12.07.2013)

PETTY, Grant (2012): Update on Camera Shipments; URL:

<http://forum.blackmagicdesign.com/viewtopic.php?f=2&t=1288&p=6671#p6671>

(Stand: 14.05.2013)

Redrock Microsystems, LLC. (2013): redrockmicro ultraCage for Blackmagic, URL:

<http://store.redrockmicro.com/Catalog/ultraCage-blue-for-Blackmagic-Cinema-Camera-shouldermount-rigs>

(Stand: 12.07.2013)

Red.com, Inc. (2013): 512 GB REDMAG, URL:

<http://www.red.com/store/products/redmag-ssd>

(Stand: 13.06.2013)

Techtronic Industries (2013): Ryobi Tools, URL:

<http://de.ryobitools.eu/Catalogue/Elektrowerkzeuge-ryobi/Bohren-Schrauben-Schraubendreher-Bohrschrauber/5133001170.htm>

(Stand: 23.05.2013)

smallHD (2013): smallHD AC7 OLED SDI, URL:

<http://www.smallhd.com/products/ac7/index.html>

(Stand: 12.07.2013)

Sony Electronics Inc. (2013): Sony Produktseite der PMW F5, URL:  
<http://www.sony.de/pro/product/35mmdigitalmotionpicturecamerascamcorders/pmw-f5/specifications>  
(Stand: 09.05.2013)

Sony Electronics Inc. (2013): Sony Produktseite des AXS-R5, URL:  
<http://www.sony.de/pro/product/dataingestunits/axs-r5/overview>  
(Stand: 09.05.2013)

Sony Electronics Inc. (2013): Produktseite der F65, URL:  
[http://pro.sony.com/bbsc/ssr/show-highend/resource.solutions.bbsscms-assets-show-highend-F65.shtml#/f65t1\\_13](http://pro.sony.com/bbsc/ssr/show-highend/resource.solutions.bbsscms-assets-show-highend-F65.shtml#/f65t1_13)  
(Stand: 01.05.2013)

Sony Electronics Inc. (2013): Sony Press Centre, URL:  
[http://www.pro.sony.eu/pro/lang/en/tr/press/pr-hxr-ifr5-camcorder?SM=FB1&src=200613\\_post\\_HXRIFR5\\_](http://www.pro.sony.eu/pro/lang/en/tr/press/pr-hxr-ifr5-camcorder?SM=FB1&src=200613_post_HXRIFR5_)  
(Stand: 13.07.2013)

Technicolor Creative Services USA, Inc. (2012): Technicolor CineStyle Profiles, URL:  
<https://www.technicolorcinestyle.com/download/>  
(Stand: 18.05.2013)

Teltec GmbH (2013): Bebob Pro-Kit-BM, URL:  
[http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p28187\\_HD/DV/Bebob\\_PRO\\_KIT\\_BM.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p28187_HD/DV/Bebob_PRO_KIT_BM.html)  
(Stand: 12.07.2013)

Teltec GmbH (2013): BMCC, URL:  
[http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p27616\\_HD/DV/Blackmagic\\_Cinema\\_Camera\\_EF.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p27616_HD/DV/Blackmagic_Cinema_Camera_EF.html)  
(Stand: 08.05.2013)

Teltec GmbH (2013): C500+CODEX, URL:  
[http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p29651\\_HD/DV/Canon\\_EOS\\_C500\\_Code\\_x\\_C500\\_Production\\_Kit.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p29651_HD/DV/Canon_EOS_C500_Code_x_C500_Production_Kit.html)  
(Stand: 10.07.2013)

Teltec GmbH (2013): Sony PMW-F55, URL:

[http://shop.teltec.de/product\\_info.php/info/p28919\\_HD/DV/Sony\\_PMW\\_F55\\_\\_\\_\\_24\\_Monate\\_\\_\\_\\_0\\_Zinsen.html](http://shop.teltec.de/product_info.php/info/p28919_HD/DV/Sony_PMW_F55____24_Monate____0_Zinsen.html)

(Stand: 16.07.2013)

Traumflieger.de (o.J.): Traumflieger EOS 5D Mark II Test, URL:

[http://www.traumflieger.de/desktop/5Dmk2/EOS\\_5D\\_MarkII\\_im\\_Test\\_part2.php](http://www.traumflieger.de/desktop/5Dmk2/EOS_5D_MarkII_im_Test_part2.php)

(Stand: 15.05.2013)

Traumflieger.de (o.J.): Traumflieger Canon EF 25-70mm f/2,8 L USM Test, URL:

[http://www.traumflieger.de/objektivtest/open\\_test/canon\\_24\\_70/overview.php](http://www.traumflieger.de/objektivtest/open_test/canon_24_70/overview.php)

(Stand: 12.05.2013)

TVLogic USA (2013): TVlogic VFM-056WP, URL:

<http://www.tvlogicusa.com/product/product.php?model=VFM-056W/WP>

(Stand: 12.07.2013)

Vimeo, LLC. (2013): BOSCH Tiger, URL:

<http://vimeo.com/62832482>

(Stand: 15.07.2013)

Vimeo, LLC. (2013): Making of BOSCH Tiger, URL:

<http://vimeo.com/64909205>

(Stand: 15.07.2013)

RINGFOTO GmbH & Co. ALFO Marketing KG (o.J.): Voigtländer Objektivhersteller, URL:  
[http://www.voigtlaender.de/cms/voigtlaender/voigtlaender cms.nsf/id/pa\\_fdi8rbe49.html](http://www.voigtlaender.de/cms/voigtlaender/voigtlaender cms.nsf/id/pa_fdi8rbe49.html)

(Stand: 20.05.2013)

Wikimedia Foundation, Inc. (o.J.): Bayer-Pattern

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Bayer\\_pattern\\_on\\_sensor.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/37/Bayer_pattern_on_sensor.svg)

(Stand: 15.05.2013)

Wooden Camera, Inc. (2013): A-Box (BMC)

<http://woodencamera.corecommerce.com/Blackmagic/New-Releases-BMC/A-Box-BMC.htm>

(Stand: 15.05.2013)

Zaguto USA (2013): Blackmagic Striker, URL:  
<http://store.zacuto.com/blackmagic-striker/>  
(Stand: 12.07.2013)

Zaguto USA (2013): Z-FinderEVF Pro, URL:  
<http://www.zacuto.com/zfinderevf>  
(Stand: 12.07.2013)

ZHANG, Michael (2010): Canon 5D Mark II Used for Iron Man 2, URL:  
<http://petapixel.com/2010/09/29/canon-5d-mark-ii-used-for-iron-man-2/>  
(Stand: 12.05.2013)

## Anlagen

Anlage 1:	tabellarische Dokumentation des Kamerateest	Seite 27
Anlage 2:	DVD: Rohmaterial des Kamerateests	DVD



Anlage 1

Dokumentation der Kameraparameter während der einzelnen Messungen

	Dynamikumfang		Auflösungsvermögen		Rolling Shutter		Farbwiedergabe		Lichtempfindlichkeit und ISO Rauschen		Schärftiefe		RAW Vergleich	
Test 1	5DMII	BMCC	5DMII	BMCC	5DMII	BMCC	5DMII	BMCC	5DMII	BMCC	5DMII	BMCC	ALEXA	BMCC
	16	16	9	14	5,6	5,6	9	6,7	2,8	2,8	10	10	11	11
	Blende													
Shutter	1/50	180°	1/50	180°	1/50	180°	1/50	180°	1/50	180°	1/50	180°	172,8°	172,8°
ISO	320	400	320	400	320	400	320	400	800	800	320	400	800	800
Test 2	8	8							2,8	2,8	10	10		
	Blende													
	Shutter	1/50	180°						1/50	180°	1/50	180°		
ISO	320	400							1600	1600	320	400		
Test 3	5,6	5 3/5												
	Blende													
	Shutter	1/50	180°											
ISO	320	400												
Test 4	2,8	2 4/5												
	Blende													
	Shutter	1/50	180°											
ISO	320	400												

Anlage 1: tabellarische Dokumentation des Kameratest

**Anlage 2:** DVD: Rohmaterial des Kamerateests

## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Ort, den TT. Monat JJJJ

Vorname Nachname